

附件

## 智慧海洋领域技术成果项目信息

### 成果 01

成果名称：船体检测水下机器人

成果持有人：徐敏义教授

所属单位：大连海事大学

合作意向：技术服务

项目概述：

#### 1. 成果概述及背景介绍

船体检测水下机器人是一款高性能的科技产品。其形成具备原始水下可见光图像颜色校正、去模糊和图像细节增强的水下图像增强算法，设计高性能水下视觉感知系统，构建水下电磁超声壁厚检测系统，所解决的内容是船体安全性能的检测问题。

船舶的工作环境中，海水的强腐蚀性和海洋生物的强附着性，极大地影响了船舶的使用寿命。该船体检测水下机器人能够代替基于人工的传统船体检测方式，有效地解决了检测效率低、成本高以及风险大等难题。同时，船体检测水下机器人的出现，势必会影响到世界各国船厂对船舶状况检测方法的选择，大量的船体检测水下机器人将会投入使用。该成果的推出为船舶安全提供了可靠的保障，将为整个航运业做出巨大的贡献。

#### 2. 技术及产品特点

船体检测水下机器人采用模块化设计方案，由动力系统、支撑系统、控制系统以及感知系统组成。在动力系统方面，其高机动型和抗洋流的大推力设计能更好服务船体检测。团队在支撑系统方面通过自主设计水下机器人的外观、电路与控制算法，防水设计能够达到水下 500 米深。控制系统则是采用模块化设计，以内部微处理器作为信息整合平台。在感知系统上，标配多路 1080P 高清低光摄像头，超高分辨率的多波束 3D 成像声纳，超短基线水下 GPS，实时获取水下详细信息。

该产品形成具备原始水下可见光图像颜色校正、去模糊和图像细节增强的水下图像增强算法，设计高性能水下视觉感知系统，有效地弥补了由于水质浑浊问题导致的视线不清晰的问题；采用水位线检测技术，利用机器学习算法和图像处理算法，辅助船员和操作员进行水位线判读；同时其拥有的水下电磁超声壁厚检测系统能够对船体钢板厚度进行实时检测，避免安全事故的发生。其超强的环境适应性，能够满足于各种复杂的水下应用场景。船体检测水下机器人的出现为船体检测提供一种新型、安全以及高效的检测手段。

### 3. 应用领域

船体检测水下机器人的主要应用领域是船舶壳体情况的检测。它极大地提高了工作者的作业效率。同时拥有良好的环境适应能力的它，也可以应用在水文检测、水下拍摄以及危险环境下的打捞救援工作。

### 4. 商业价值及前景

船体检测水下机器人的应用主要是船厂检测船舶壳体情况。船体

检测水下机器人的出现也会逐渐代替传统的人工检测方法。目前全国约 1000 家造船企业，但是船体检测都采用人工检测，船厂对于水下检测机器人也具有巨大的需求。越来越多的船舶水下检测机器人将会投入使用，以其检测结果来衡量船舶的性能指标优良。这将会有效减轻潜水员的压力，避免对潜水员的身体造成伤害。大力推广船体检测水下机器人检测技术将会产生巨大的商业价值。

该成果研制团队一直致力于研发海洋工程装备以及水下机器人设备，同时提供海洋开发、海洋探索技术服务。船体检测水下机器人产品性能良好，累计申报 10 项专利，获得授权发明专利一项，并已孵化公司。截至目前，营业额流水超过 100 万，同时拥有 330 万意向订单，且项目团队已成功代理小型观测级 ROV 及其配件销售服务，建立淘宝店铺和现实销售链，实现线上线下全覆盖，全力推进国内水下机器人行业的进步与发展。团队与浙江舟山鳌海水下机器人公司、西安航海科技公司等数家企业建立合作关系，并在大连中远海运川崎船舶工程有限公司投入使用。在未来，船体检测行业将会逐渐普及这项新技术，大量的船体检测水下机器人将投入使用，船体检测水下机器人设备保养以及维修服务等相关行业也会随之兴起，其带来的市场前景将会无比广阔。

## 5. 成果展示图



图 1：船体检测水下机器人



图 2：现场调试



图 3：水下检测效果图



图 4：水下检测效果图

## 成果 02

成果名称：单点系泊海洋核动力平台风浪流水池试验技术

所属单位：大连理工大学

合作意向：技术转让, 许可使用, 股权投资

项目概述：

针对海洋核电平台在超极端（万年一遇）环境条件下的载荷及运动响应，结合软刚臂系泊系统，建立了海洋核动力平台风浪流水池试验的技术。

海洋核动力平台风浪流水池实验采用 1:25 和 1:45 两种实验模型比尺。结合海洋核动力平台的系泊形式，对软刚臂单点系泊系统机构进行了高真实度试验模型设计，极大的提高了实验的精度。实验历时 157 天，对海洋核动力平台的多种工况进行了大量的实验研究，得到的多种极端情况都为海洋核动力平台的设计提供了参考依据。为海洋核动力平台的结构设计提供了载荷和验证依据。

该部分研究成果可直接应用于我国渤海海域 FPSO 采油装置的实验研究，对推进我国海洋工程业和海洋石油开采都有重要意义。

针对非线性波浪对软刚臂系泊浮式海洋核动力平台作用问题，考虑软刚臂系泊系统的动态特性，建立了极端海浪对结构物作用的数值预报模型。

该数值模型基于由于采用频域转时域的 Cummins 方法建立，采用 Workbench 集成环境，联合频域线性求解模块、时域求解模块和多刚体机构的系泊条件，建立了初步的海洋核动力平台的水动力数值计算

模型。通过该模型可以用于初步方案设计中波浪对结构物作用问题的预报研究，可以用于计算软刚臂系统与平台相互耦合问题。课题组就与中船重工相关合作事项，进行了一系列数值模拟工作，包括：平台的耐波性研究、系泊平台的耐波性研究、系泊系统结构优化研究、波浪作用下平台总纵强度时域分析研究等。

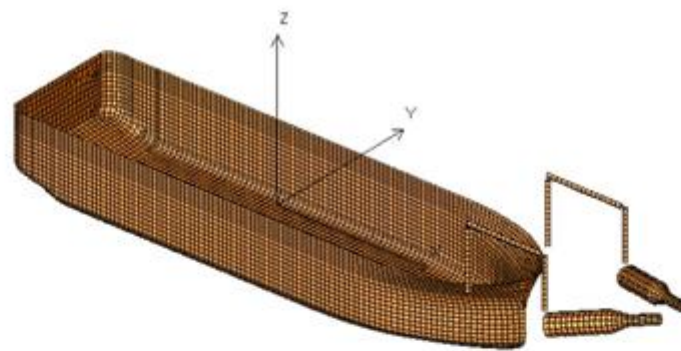
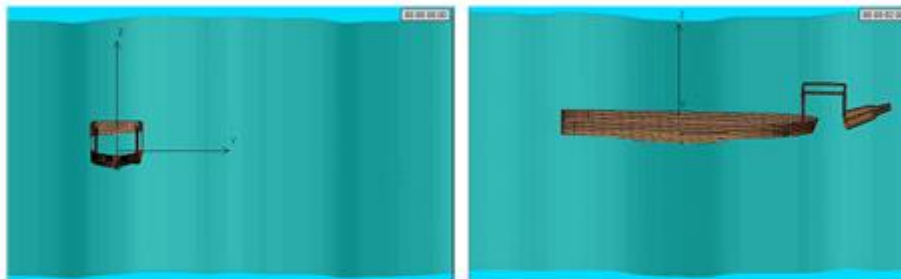
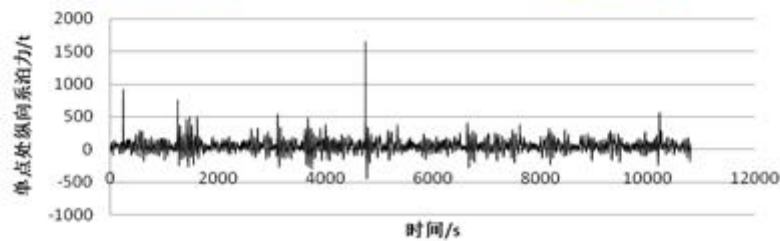


图 1 水动力计算数值模型



横浪作用

迎浪作用



时域载荷作用下的单点处纵向系泊力

### 成果 03

成果名称：一种面向水下机器人定位的通信系统

所属单位：大连理工大学

合作意向：技术转让, 许可使用, 股权投资

项目概述：

本发明提供了一种面向水下机器人定位的通信系统，包括由多个水下定位通信节点组成的定位通信阵列和可携带通信收发器；可携带通信收发器有无线射频通信收发器和光通信收发器，能够实现水下无线射频通信和水下光通信两种通信方式；定位通信阵列由多个水下定位通信节点组成，水下定位通信节点有无线射频通信收发器和光通信收发器，能够实现水下无线射频通信和水下光通信两种通信方式。本系统采用水下光通信和水下无线射频通信两种通信方式结合，在不同距离使用不同通信方式能够最大限度地发挥两者的优势同时避免来两者的缺点，使得水下无缆机器人能够在较远距离获取水下定位节点的位置，靠近水下定位节点后实现高速通信，获取节点所在位置等信息。

## 成果 04

成果名称：基于磁通信的水下通信供电系统

所属单位：鹏城实验室、大连理工大学

合作意向：技术转让, 许可使用, 股权投资

项目概述：

本发明公开了一种基于磁通信的水下通信供电系统，包括海底监测设备和搭载于水下机器人上的供电通信设备，所述供电通信设备与所述海底监测设备均包括有谐振体，其中，当所述水下机器人运动至所述海底监测设备所在位置的预定范围内时，所述供电通信设备的谐振体与所述海底监测设备的谐振体谐振于第一频段或者第二频段，所述供电通信设备与所述海底监测设备通过所述第一频段实现两者之间的通信，所述供电通信设备通过，所述第一频段与第二频段不同。相比于现有技术，本发明不仅减少了水密接头和线缆的使用，实现中短距离的稳定通信和稳定充电，且在不同设备中使用同一谐振体实现通信和无线充电，极大地节约了成本。



## 成果 05

成果名称：一种用于海洋工程模型试验的风场模拟装置

所属单位：大连理工大学

合作意向：技术转让, 许可使用, 股权投资

项目概述：

本发明涉及海洋工程技术领域，一种用于海洋工程模型试验的风场模拟装置，包括风机阵装置及测控系统，所述风机阵装置包括入口段、动力段、整流段、下弯收缩过渡段及稳定出口段，各段均由法兰相互连接，并在法兰连接处设有密封橡胶垫；所述测控系统包括稳定出口段的皮托管，动力段的风机组及电动机组，另外还包括外接微压差变送器，变频器，数据采集卡及工控机，所述稳定出口段的皮托管通过空心软管连接至外接微压差变送器输入端，所述微压差变送器输出端分别通过信号线与外接数据采集卡及工控机依次连接，所述外接数据采集卡通过导线分别与外接变频器、动力段的电动机组及风机组依次连接。本发明造风品质高，成本远小于风洞，其便捷性和适用性较强，对海洋工程技术的发展具有积极的推动作用。

## 成果 06

成果名称：沙蚕生物滤池研制及其在海珍品循环养殖中应用

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

循环养殖是海洋水产业发展必然趋势。沙蚕生物滤池利用多毛类动物在海洋生态系统食物链中承上启下、摄食颗粒性有机物和生物搅动的生物学特性，将微生物、高效滤料和沙蚕养殖通过创新性组合，建立了一种新型高效的生物滤器。根据海水养殖不同类型，在室内海参工厂化越冬保苗中，建立了塔式沙蚕生物滤池循环过滤应用。在室外，建立了陆基过滤型沙蚕养殖池，利用工厂化鱼类养殖废水和残饵进行沙蚕养殖，并净化养殖水质，循环利用。

项目通过原始创新，建立了一种循环、环境友好的海水养殖生产新模式。项目已授权发明专利 2 项，申请发明专利 8 项。在辽宁、山东等地推广应用水体达 1.5 万 m<sup>3</sup>，示范沙蚕陆基循环养殖面积 200 亩。产生了重要的经济、社会和环境效益。

项目应用：

室内外水产动物工厂化循环养殖。

## 成果 07

成果名称：红鳍东方鲀健康养殖技术研究与示范

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

在红鳍东方鲀亲鱼培育、催产、人工授精、孵化、苗种培育方面形成了一整套先进技术路线，使苗种的成活率得到大幅度提高。通过家系构建和选育，提高了遗传进展，并确定三个基因及其 SNPs 与红鳍东方鲀的生长性状显著相关，可用于红鳍东方鲀生长性状的标记辅助育种。成功突破了红鳍东方鲀全雄苗种及三倍体苗种培育技术。建立了红鳍东方鲀常见病的防控方法，研究了红鳍东方鲀的营养需求和饲料加工工艺，生产出了适合红鳍东方鲀摄食的软颗粒饲料。成熟了网箱、工厂化循环水养殖红鳍东方鲀技术，近 20 年来共创造产值约 30 亿元。

项目应用：

红鳍东方鲀网箱、工厂化循环水健康养殖。

## 成果 08

成果名称：海藻系列保健食品和即食产品

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

本成果以优质冷水海藻为原料，采用先进的生物提取方法生产具有抗凝血、降血脂、抗肿瘤、抗病毒、促进组织再生、增强机体免疫机能等活性的褐藻多糖硫酸酯，以及海藻膳食纤维保健食品；同时利用复合干燥技术、栅栏技术等生产海藻膳食纤维酱、调味料、海藻软糖、海藻脆片等系列即食产品。成果已获国家专利授权 4 项，于 2008 年获辽宁省科技进步一等奖，在 2011 年第二十届全国发明展览会上荣获金奖。本成果生产的褐藻多糖硫酸酯冲剂和口服液，每天服用，可有效增强机体免疫机能，起到降血脂、降血压、护肝、抗衰老等作用；系列即食产品更是深受各年龄人群喜爱的热销产品，可迅速打开销售市场。海藻系列保健食品和即食产品上市销售后，其产值和利润将相当可观。

项目应用：

海藻系列保健食品和即食产品。

## 成果 09

成果名称：水产品高效高质干燥技术与装备

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

针对水产品干燥能耗高、品质易劣变等共性关键技术瓶颈，研发团队设计研发了水产品微波真空干燥装备、低温空气源热泵干燥装备、冰低温双阶段热泵联合干燥装备等，对海参、扇贝、虾、鱼、菲律宾蛤仔、海带、裙带菜等十余种水产品的微波真空干燥、热泵干燥、真空冷冻干燥、热风干燥、太阳能干燥和联合干燥特性和水分迁移规律进行了深入研究，开发了各种水产品的单独和联合干燥工艺技术，承担了国家重点研发计划、辽宁省及大连市多项科技攻关研究课题，形成了海参高品质干燥、贝类低温干燥、海藻多能互补绿色干燥等系列化装备，已在大连市部分水产品加工企业进行应用。

项目应用：

渔业水产品干燥机械制造。

## 成果 10

成果名称：菲律宾蛤仔“斑马蛤 2 号”

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

2011 年从辽宁大连石河野生菲律宾蛤仔群体中选择壳面具有斑马纹个体为亲本建立选育群体，采用群体选育技术，以壳面花纹和生长为选育指标，经连续 4 代选育而成。

具有抗逆性强，壳色美观、出肉率高、味道鲜美的特点。在相同养殖条件下，养殖成活率比对照组提高 16.25%以上，出肉率平均提高 37.84%。

项目应用：

菲律宾蛤仔养殖。

## 成果 11

成果名称：海水养殖病害远程诊断和预警预报技术

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

该技术以关键环境因子、病原和海水养殖动物健康状态的耦合关系为理论基础，集成了养殖海区的水温、叶绿素含量、浮游细菌丰度和病原菌比例等环境生态和病原指标，以及养殖动物总抗氧化能力、糖原含量、免疫因子活性和细胞能量分配等健康状态评价指标的检测和监测、耦合关系分析和预警模型构建等技术，建立了针对贝类、刺参和鱼类等海水养殖动物的病害预警预报技术体系，实现了对细菌性病害发生的预测并通过大连市气象局公众号等信息发布平台发布养殖风险提醒。团队还建有大连海洋大学水产动物医院，既可以进行水产动物常见病害的自助诊断和专家远程诊断，也可以现场接诊水产动物疾病病例，线上线下结合开展水产动物疾病的诊断和综合防治服务。

项目应用：

水产养殖领域。

## 成果 12

成果名称：脉红螺人工育苗及增养殖技术

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

脉红螺主要分布于中国的渤海、黄海、东海和南海，其中辽宁大连和山东青岛等地产量较高，脉红螺体型较大，足部肥大，营养丰富，味道鲜美，是颇受欢迎的美味佳肴，近年来随着自然资源的减少，市场价格居高不下。同时脉红螺生长迅速，适合筏式笼养、网袋平养、底播增殖等多种养殖方式，是目前筏式养殖良好的替代品种和间养品种，也是池塘生态养殖中很好的混养品种。大连海洋大学通过多年的研究，突破了脉红螺的工厂化人工育苗技术，形成了较为成熟的筏式养殖技术，本项目的推广应用可为长海地区提供新的海水养殖品种，对于调整养殖结构，改善生态环境具有重要意义，应用前景广阔。

项目应用：

脉红螺人工育苗及增养殖。



## 成果 13

成果名称：基于生态系统的海洋牧场关进技术研究与示范

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

发展了以海珍品增殖、鱼类养护、藻场建设为主体的人工鱼礁生境构建技术，创新了生境修复关键技术体系。研发了基于废弃物高效利用及节能减排的生态型人工鱼礁新材料，设计了系列礁型，形成了藻场修复构建方法，建立了鱼礁空间布局与投放方法，重构了生物多样性丰富的海洋生物群落，实现了礁体材料、结构布局、投放、评估等的生境修复技术体系构建，制定了行业标准《人工鱼礁建设技术规范》，建立了基于声学勘测的礁址选择技术。建立了以典型海珍品刺参、海胆、虾夷扇贝等为主的生态放流技术规范，形成了毛蚶繁育、饵料培育、中间暂养、底播增殖为核心的生态增殖技术体系，首次突破了许氏平鲷、大泷六线鱼的音响驯化行为控制方法与装备研发，创新了基于声学标记的鱼类行为追踪技术，实现了海洋牧场资源规范补充、行为有效控制的资源可控管理型渔业生产模式的跨越。

国内首次突破了海洋牧场环境实时监测分析技术，开发了海洋牧场多功能信息化智能化管理平台、贝类机械化底播装置等系列生产装备，研发了牧场资源视频分析评估系统，提升了海洋牧场生产效率及风险管控能力。初步开发了海洋牧场可视化系统，形成了国内首部海洋牧场建设管理条例，实现了从高效生产、环境监控到规范管理的管理型渔业新模式。

项目应用：

近海海洋牧场建设、渔业生态修复、渔业资源增殖养护等领域。

## 成果 14

成果名称：海参肽及多糖同步制备技术

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

海参富含胶原蛋白、多糖等功能成分，营养价值高，并具有多种生理功效。该技术是采用生物预处理、组合酶酶解、超滤纳滤分离等技术集成，有效降低了腥味和色泽，实现了小分子低聚肽的可控制备和蛋白质与多糖的有效分离，属于绿色加工技术，开发出高附加值多糖和海参肽产品，提升了海参加工附加值。

项目应用：

可用于海参肽和多糖的制备提取，开发海参肽和海参多糖，经复配成多种功能食品。

## 成果 15

成果名称：北方对虾设施化养殖模式示范与产业化

所属单位：大连海洋大学

项目概述：

本项目建立了一套适合辽宁沿海气候与生产条件，以设施化辅助、大规格苗种培育、生物饵料投喂、生态净水循环为特征的对虾（南美白对虾、日本对虾、斑节对虾、中国对虾）育养技术体系，旨在解决对虾“精养”风险高，“粗养”又无地可用的困境，形成具有北方特色的可持续健康养殖模式。核心技术包括：（1）基于生物饵料投喂的对虾大规格苗种中间培育系统；（2）循环水与“生物絮团”联用的对虾养殖水质调控技术；（3）资源型生物饵料代替鱼粉在对虾养殖中的应用；（4）低盐度对虾养殖技术及虾-蟹-稻种养模式示范；（5）南美白对虾工厂化循环水养殖技术。研究具有良好的前期工作基础，拥有多项自主知识产权，部分成果获得大连市科技进步一等奖。

项目应用：

海、淡水室内工厂化及室外池塘养殖。

## 成果 16

成果名称：一种海洋平台海冰监测装置

所属单位：大连理工大学

合作意向：技术转让, 许可使用, 股权投资

项目概述：

本实用新型公开了一种海洋平台海冰监测装置, 包括: 设置有主控板的主控机、解码开发板及上位机组成的主控系统, 其中, 解码开发板的输出端与主控板连接, 主控板输出端与上位机连接; 视频监测器设置在石油平台利于海冰监测位置, 其输出端与主控板连接, 将海冰厚度、海冰速度数据传送到主控板; 冰振响应传感器设置在石油平台工作台位置, 其输出端与解码开发板连接, 将海上石油平台冰激振动数据传送到解码开发板; 解码开发板将解码后的数据发送给主控板; 主控板将输入的监测数据进行处理, 并传输到上位机; 上位机对监测数据进存储及远程传输; 视频监测器、冰振响应传感器、主控板、解码开发板及上位机均由电源供电。

## 成果 17

成果名称：海洋放线菌新种星海链霉菌抗补体药物生物合成研究

项目概述：

海洋占地球表面积的 70%以上，孕育着丰富的微生物资源。由于海洋环境的特殊性（如高压、高盐、低温、低营养等），海洋来源的天然产物多具有独特的结构，其中海洋微生物已经成为具有抗细菌、抗真菌、抗病毒以及抗肿瘤等活性的创新药物及先导化合物的重要来源，对发现抗耐药菌和治疗恶性肿瘤的新化合物研究具有重要意义。放线菌是一类具有重要工业应用价值的革兰氏阳性细菌，许多放线菌，尤其是链霉菌属菌种，是重要的次级代谢产物生产菌，所生产的代谢产物包括多种抗生素、杀虫剂、除草剂、抗癌药物等。近年来在海洋链霉菌中发现了多种具有独特结构的活性化合物，显示了海洋链霉菌具有重要的研究价值。目前对于海洋微生物抗肿瘤药物和抗细菌抗真菌药物研究较多，还未见对具有抗补体活性的海洋微生物的研究。补体系统是人体重要的免疫防御系统之一，但补体系统非正常激活会引起人体免疫系统的过度反应，造成人体自身正常组织的损伤，因此导致多种疾病，包括类风湿性关节炎、老年性痴呆、系统性红斑狼疮、缺血性再灌注、急性心肌梗死、急性呼吸窘迫综合征等等。近期研究还发现重症非典型性肺炎（SARS）也和补体系统的过度激活有关。目前临床上普遍使用的糖皮质激素、环磷酰胺、甲胺蝶呤等免疫抑制剂虽然对急性呼吸窘迫综合征等补体过度激活相关疾病有一定治疗作用，但该类药同时对其他免疫系统也有抑制作用，选择性差，长期应

用会降低机体的防御机能，导致机体抗感染能力下降，产生多种并发症和副作用。因此临床上急需高效低毒的补体抑制剂。在对大连地区海洋放线菌资源研究过程中，本课题组发现了一个海洋链霉菌新种，命名为星海链霉菌，并对其药用基因资源进行了研究，发现一个基因簇与国外报道的具有抗补体活性的化合物的基因簇相似，但是编码产物不同，并进一步对该菌种发酵液的抗补体活性进行了研究。结果表明，星海链霉菌发酵液具有抗补体活性，加入空白培养基（下图样品8）的对照组溶血率为96%，而加入发酵液的样品溶血率（下图1样品9）为61%，溶血率的降低表明该发酵液具有抗补体活性，目前正在对具有抗补体活性的化合物进行纯化和鉴定，并与大连医科大学附属第二医院建立了联系，进行抗补体活性的检测。

项目应用：

对发现抗耐药菌和治疗恶性肿瘤的新化合物研究具有重要意义。

## 成果 18

成果名称：阴极保护系统数值仿真软件（CNSS）

项目概述：

阴极保护系统数值仿真软件（CNSS）以黄一教授的博士学位论（A Study on the Application of BEM to Cathodic Protection Problems, 1989.10-1992.9, 日本广岛大学）为基础，由大连理工大学船舶工程学院独立开发。CNSS 软件主要包括数值模拟计算和可视化两个模块：数值模拟计算模块基于边界元法和电化学理论开发；可视化模块基于计算机图形学，利用微软 Direct3D 图形编程接口开发。CNSS 软件的数值模拟计算结果已通过实验室验证和实海环境大比尺海洋工程结构模型验证，具有较高的计算精度和工程适用性。

项目应用：

CNSS 软件的主要应用范围：（1）可用于船体水下外表面、压载水舱、海洋平台、海底管道以及地下管网等结构的阴极保护系统（牺牲阳极，外加电流，外加电流+牺牲阳极辅助）数值模拟计算，可实现船舶、海洋工程、地下管网等复杂工程结构防腐系统全寿命期优化设计；（2）能对码头、军港、地下管网等设施中的杂散电流腐蚀问题进行准确预报，并在此基础上确立确切的解决方案；（3）能为海底管道外表面防腐涂层的损伤状态、牺牲阳极剩余重量以及牺牲阳极的消耗速度等的检测提供有效的技术支撑，提升海底管道外表面腐蚀防护状态评估的可靠性。采用 CNSS 软件完成了包括潜艇牺牲阳极系统、水面船和半潜式海洋平台的压载水舱牺牲阳极系统、水面船和半



潜式海洋平台的外加电流阴极保护系统（ICCP）、导管架平台外加电流阴极保护系统和牺牲阳极系统等在内的多项阴极保护系统优化设计项目；采用 CNSS 软件完成了我国首座深水半潜式钻井平台“海洋石油 981”的压载水舱牺牲阳极及外表面外加电流阴极保护系统的优化设计，标志着我国海洋腐蚀控制技术的新进展。

## 成果 19

成果名称：海洋结构物环境荷载计算与评价

项目概述：

计算对象为作用在船舶、海洋平台、海工建筑等海洋结构物上的风、浪、流与基础荷载以及相应的动力响应；评价对象为其强度、刚度、疲劳以及运动特性，给出可靠性评价结论。软件系统具有：1. 二维切片 GREEN 函数法；2. 三维 GREEN 函数边界元法；本项目以计算分析为主，并可以从事相应的模型实验验证。

项目应用：

作用在船舶、海洋平台、海工建筑等海洋结构物上的风、浪、流与基础荷载以及相应的动力响应；评价对象为其强度、刚度、疲劳以及运动特性，给出可靠性评价结论。

## 成果 20

成果名称：新型透空式防波堤

项目概述：

在近岸的防浪掩护设施中，传统的坐底式防波堤（如直立堤和斜坡堤）可以对港内结构物提供有效的掩护，但随着水深的增加，造价较高，且港内的水体与外海的交换受到限制，因此港区内的水质条件难以得到保障。新型透空式防波堤利用多层水平板衰减波浪的原理，在水深方向上适当布置数层由支墩支撑的水平板，从而达到既能衰减波浪，又能有利海水交换，进而保证港内水质优良的目的，符合“绿色港口”的发展要求。该结构在波浪能量相对较低而没有必要修建坐底式防波堤，和在所掩护的水域要求有良好的水质条件等情况下是一种较优的结构型式，可用于掩护水产养殖、人工浴场等水域，能取得减少投资、保持良好的水质交换以及增强掩护区的景观效应等效果。新型透空式防波堤已应用于大连开发区海洋之星国际游艇俱乐部建设项目，满足了游艇俱乐部的泊稳条件，保证了港区内优良水质，同时，提升了整个码头区的景观效应。

项目应用：

该结构在波浪能量相对较低而没有必要修建坐底式防波堤，和在所掩护的水域要求有良好的水质条件等情况下是一种较优的结构型式，可用于掩护水产养殖、人工浴场等水域，能取得减少投资、保持良好的水质交换以及增强掩护区的景观效应等效果。