

目 录

一、哈工程各相关领域产品情况	1
1、船舶设计制造与海工领域	1
(一) 船舶与浮式海洋平台波浪载荷计算	1
(二) 高速船耐波性计算软件	1
(三) 船舶航行性能仿真验证评估软件	2
(四) 实际海浪环境下大尺度模型试验技术	2
(五) 船舶与海洋装备耐波性系列模拟软件	2
(六) 船体应力状态监测系统	2
(七) 船舶与海洋工程作业模拟器	3
(八) 船舶智能阻尼减振器系列产品	3
(九) 水下金刚石绳锯机	3
(十) 海洋潮流能发电技术	3
(十一) 海水温差与太阳能综合发电装置	4
2、配套设备领域	4
(一) 基于钠碱法的船舶废气洗涤脱硫设备	4
(二) 船用智能油耗仪	4
(三) IETM 交互式电子技术手册	5
(四) 船载航行数据记录仪	5
(五) 海浪监测设备	5
(六) 智能化船舶生活污水处理系统	6
(七) 储能装置能量优化管理系统	6
(八) 高效特种焊接设备	6
(九) 空气环境综合处理系统	7
(十) 有机废弃物梯级处理与协同产能技术	7
(十一) 藻类生物质为原料产生生物柴油技术	8
(十二) 利用微藻的深度净污技术及藻泥制氢系统	8
(十三) 船用可燃气体报警仪	8
(十四) 船舶能耗分布及能效评价技术	9
(十五) 船舶水动力节能装置	9
(十六) 余热发电异戊烷透平设备	9
3、信息领域	10
(一) 基于传导电流场理论的矿井透地应急通信系统	10
(二) 分辨率图像处理系统	10
(三) 基于多维审计的网络安全态势分析与预警系统	11
(四) 室内地图处理技术及其在高精度室内定位的应用	12
(五) 面向中小船舶企业的智能项目管理平台	12
(六) 液体探测器	13
(七) 高精度复杂环境液体密度传感器	13
(八) 超薄型挠性温度传感器	14
(九) 船体渗水智能监测系统	14
(十) 海洋综合探测系列产品	15

(十一) 海工产品信息化管理系统.....	15
4、新材料领域.....	15
(一) 直接炭燃料电池阳极.....	15
(二) 深水导管架安装夹桩器用钢.....	16
(三) 鳞片阻挡型环氧重防腐涂料.....	16
(四) 碳陶瓷复合密封材料.....	16
(五) 石墨烯批量制备.....	17
(六) 二硅化铝基高温结构复合材料.....	17
(七) 玄武岩纤维复合筋增强混凝土复合材料.....	18
(八) 环保型海洋防污涂料.....	18
(九) ADC 发泡剂联二脲缩合污水处理方法和装置.....	18
(十) 甲酯酸性生产废水丙烯腈生产废水资源化处理技术.....	19
(十一) 含盐含油废水除油蒸发结晶器.....	19
(十二) 高熵合金涂层的高温摩擦学性能及机理.....	20
(十三) 船用高性能热塑性 pCBT 复合材料.....	20
(十四) 仿生防污涂料.....	21
(十五) 亲水性超滤膜组件.....	21
(十六) 污水硫化物快速分析仪器.....	22
二、哈工程团队情况.....	22
1、船舶设计制造领域.....	22
2、船舶基础和前沿技术领域.....	22
3、船舶动力领域.....	23
4、泛在网络与知识工程领域.....	23
5、现代信息处理领域.....	23
6、电化学和先进材料领域.....	24

一、哈工程各相关领域产品情况

1、船舶设计制造与海工领域

哈尔滨工程大学多年来曾经承担过 300 多条不同船型的生产设计任务，尤其在黑龙江流域内航行的船只 90%由我校设计，不仅具有丰富的理论知识，更积累了丰厚的实践经验，在国内船舶设计业界尤其是内河船设计界享有较高的声誉。学校设计的观光潜器和水翼艇均处于国际先进地位。学校为大连中远船务工程有限公司生产设计的“3 万吨重吊多用途船”，标志着哈尔滨工程大学在船舶设计领域的科研攻关整体实力已达国内先进水平。

（一）船舶与浮式海洋平台波浪载荷计算

基于三维频域线性势流理论的船舶与浮式海洋平台结构物波浪载荷计算规则波中流场速度势、三维水动力系数、波浪绕射力、剖面载荷等，进而可以对浮体的运动、湿表面压力以及剖面载荷进行长短期统计分析。软件适用于各类常规船型（如油轮、散货船、集装箱船、水面船舶）、双体船型、多体船型以及 FPSO、半潜式平台等浮式海洋工程结构物的运动及波浪载荷的计算分析。此外，该软件还具有与现有的大型结构有限元分析软件的计算接口，可以方便的实现载荷的施加。经过十余年的开发和完善，对其功能以及计算精度进行了多方面的比较验证工作，包括与模型试验、Wigly 数字船型、国际著名同类计算机软件等的比较，大量的对比结果证明了该软件具有较高的计算精度。其性能受到船级社、各研究院所以及生产设计单位的认可。技术成熟，已与中国船级社合作，共同实现产品产业化。

（二）高速船耐波性计算软件

随着海运的高速化，多种高性能新船不断涌现，其航速弗氏数大都高于 0.4，船舶运动辐射和绕射兴波受航速效应的影响不容忽视，特别是多体船的片体之间的兴波水动力干扰会因航速不同而表现出有利或不利干扰，而传统的切片理论本质上不能体现船体兴波干扰的航速效应。国内外船舶力学界目前致力于发展的三维有航速水动力模型由于还有未突破的理论困难，对实际船舶，还不能得到有价值的结果。在过去十年中，哈尔滨工程大学在国内率先发展了水面高速细长体水动力学理论，在该理论中，由于方程是二维的，而自由面条件是三维有航速的，

因此又称为二维半理论。我们发展了二维半理论的快速稳定算法，该软件可用于高速船、多体船的运动和波浪载荷预报。

（三）船舶航行性能仿真验证评估软件

船舶航行性能仿真验证评估软件，适用于常规单体排水式船舶快速性、操纵性和耐波性的仿真计算。该软件各模块具有经验模型和精细模型两种仿真模式，可以分别对仅有主尺度参数的船舶顶层方案实现快速预估仿真和对具有详细设计资料的技术设计方案实现精细仿真。仿真计算结果已经数十条船试验结果或其它软件计算结果的验证，现已小批量生产。

（四）实际海浪环境下大尺度模型试验技术

船舶模型试验技术是研究船舶性能、指导船舶设计的重要途径。受到水池尺寸及功能限制，试验室人造风浪环境无法真实模拟实际风浪环境，导致试验结果特别是高海情下的非线性运动与载荷响应及上浪、砰击、增阻等强非线性动力效应与实船差别较大。本产品采用大尺度模型，利用沿海实际风浪环境开展模型试验研究，试验环境更加真实，模型比尺增加，试验水域开阔，不受水池尺度及功能的限制，试验内容广泛，可以完成大风浪环境下船模非线性运动与载荷及强非线性动力效应的测试。采用系统辨识方法求测模型非线性响应，并建立实船外推预报方法，可得到比水池模型试验更接近实船的试验测试结果。为船舶大风浪环境下航行性能评估，指导船舶设计提供了新的技术手段。目前，完成了试验系统的建设与海试验证，技术成熟度高。

（五）船舶与海洋装备耐波性系列模拟软件

本产品成果可用于散货船、油船、集装箱船等三大主力船型在波浪中运动以及失速（EEDI 中的 f_w 指数）的快速模拟，还可用于高速快艇，双体船和三体船，潜艇、游艇以及滑艇等各类高性能船艇在波浪中的运动快速模拟，对于深海和浅海中水面和水下浮式海洋装备和系泊平台在波浪中的运动进行模拟，还可以对于码头和港口中靠泊船舶受风浪影响的性能进行模拟。

（六）船体应力状态监测系统

船体状态监测技术（Hull condition smart monitoring technology）是实现船舶智能化的基本条件和必由之路。它是以实现运营船舶的全状态监测为目标，

目的是通过实时监测全船状态信息，实现船舶结构安全、船舶振动性能、波浪中稳定性能、综合航行性能以及关键设备的综合评估。船体状态监测技术可在保证船舶航行安全的基础上，大幅度提高航运效率、降低航运成本、实现船舶全寿命周期运行管理和维护。

（七）船舶与海洋工程作业模拟器

船舶与海洋模拟器是典型的人与硬件在回路中的仿真系统，利用船舶与海洋工程运动建模与仿真、分布式实时交互仿真、视景仿真、系统集成等关键技术，逼真模拟船舶与海洋工程装备作业场景和运动响应特性，能够用于开展人员作业技能培训、装备性能测试、作业方案仿真预演与验证，具有成本低廉、安全、高效、环保等优点。

（八）船舶智能阻尼减振器系列产品

MR 智能减振抗冲隔离器由磁流变阻尼器与传统减振元器件并联而成，具有良好的低频减振、高频抗冲性能。对共振区的振动控制效果更为突出，与单独使用传统减振元器件相比，减振落差级可达到 10dB 左右。该产品可用于船舶小型机电设备的减振降噪。目前，该技术已完成样机试验，可以尝试推广。

船用磁流变弹性体智能阻尼器/吸振器通过改变输入电流调节阻尼器/吸振器的刚度和阻尼，实现对阻尼器出力及吸振频率的控制。本产品具有结构简单、减振/吸振效果好、适用频带可控、环境适应能力强（耐油污、耐潮湿等）、稳定性好等优点，可适用于船舶小型设备（如机电设备、各类泵等）的减振降噪。

（九）水下金刚石绳锯机

我校在国内率先研制出用于水下切割钢基材料的金刚石绳锯机。对金刚石串珠绳进行钢材和多种材料切割的技术进行了深入研究，提出了金刚石绳锯的基本结构构型，采用浮力调节技术，解决了金刚石绳锯机水下不同姿态切割的的调节问题，解决了水下安装适配和水下作业环境的适应性难题；研制出国内第一台具有自主知识产权切割钢基复合材料的水下金刚石绳锯机。水下金刚石绳锯机主要用于海底管道切割、废弃平台拆除和水下钢结构的切割等作业，同时可以用于核设施的拆除切割等作业，有很好的市场前景。技术成熟，可进入试生产阶段。

（十）海洋潮流能发电技术

哈尔滨工程大学海洋潮流能利用技术的研究工作始于 1982 年。经过 20 多年的努力，形成了一支由船舶与海洋工程、流体力学、电控和机械等专业人员组成的学术队伍。已在浙江省岱山县水道建造了我国第一台“万向 I”70kW 漂浮式潮流实验电站和“万向 II”40kW 座海底式潮流电站。两种电站都是独立的发电系统，属研究性的试验电站，可小范围供电。

（十一）海水温差与太阳能综合发电装置

海水温差能源量大，但是由于温差太小，造成发电设备效率较低，而且，单位发电量的设备比重量较大。因此，本项目提出利用海水温差与太阳能综合发电系统，实现两者的有机结合，利用冷海水的低温，通过太阳能加热提高温差，从而有效提高海水温差发电系统热效率。系统比功的提高，意味着发电设备的体积重量减少，设备成本和初始投资的降低。海水温差与太阳能综合异戊烷透平发电装置是在海水温差发电闭式循环的基础上，综合太阳能热发电，结合异戊烷透平系统的新型发电装置。它大大的提高了系统循环效率，有效的利用了太阳能和海水温差能。应用范围：海水温差能发电领域。

2、配套设备领域

（一）基于钠碱法的船舶废气洗涤脱硫设备

由于船舶燃油硫含量 TierIII 法规将在 2015 年强制实施，届时将对船用动力装置燃油硫含量实施更为严格的限制，世界低硫燃油供应的不足，以及高低品质燃油巨大的价格差，决定了废气洗涤脱硫技术是未来船舶减排技术发展的方向。据资料介绍，一套 10,000kW 左右的废气洗涤脱硫系统，目前售价约 120 万美元，如此，以国产系统价格为目前进口价格的 2/3，全年装机量 400 台套，每套平均 500 万人民币测算，第年市场潜力将达 20 亿人民币，而且还有维修保养、备件供应等售后服务，市场需求巨大。项目的研究成果，可以填补我国在相应技术上的空白，有助于形成产业化的具有自主知识产权的船舶废气洗涤脱硫设备配套产品，将提高我国船舶行业和造机行业的竞争力，同时增加我国在船舶减排方面的话语权。项目技术成熟，具有工程样机。应用于船舶动力装置废气洗涤脱硫系统可用于远洋船舶，包括散货船、集装箱船和油船等，也可用于燃用高硫含量燃油的内河船舶。

（二）船用智能油耗仪

多用途船用燃油消耗仪经过多年已发展为系列化的产品。目前主要用柴油机台架测试，已在沪东重机、中船三井、熔安动力等工厂进行了实际安装使用，反应良好。可用于船舶、机车等运行状态监测。技术成熟，应用阶段。船舶，机车，汽车，自动控制，航空，医用领域等。

（三）IETM 交互式电子技术手册

IETM 是 Interactive Electronic Technical Manual 的英文首字母缩写，直译为交互式电子技术手册，它综合应用了计算机技术、网络技术以及通信技术等先进技术，将内容繁杂的操作手册、维修手册等信息有机地组织管理起来，以最优化的方式显示在电子屏幕上，并以交互的方式进行查阅，将维修技术人员或系统操作人员所需的信息，精确地展现在使用者面前，以加速装备使用和保障活动的实施。先进的 IETM 还综合了专家系统、人工智能、自动诊断、故障隔离以及培训等其它处理过程，并可嵌入便携式维修辅助装置和自动测试设备中。采用交互式电子技术手册可以改变传统纸张型技术手册在出版、使用、保管、储存等各方面的不便，加速保障人员执行任务的速度，提高装备的可靠性与维修性，提升维修效率，降低装备在全寿命周期内的保障费用。IETM 能够解决使用、维护和保障等环节中技术信息的可移植性、可交换性和共享性等问题，并可以为综合后勤保障系统（ILS）的全面集成提供有效的技术手段。推广使用 IETM，可以在全面提高维修效率、改革训练体制、提高装备技术资料管理和装备研制等方面取得显著效益。该产品技术成熟，目前已经进入产品生产阶段。

（四）船载航行数据记录仪

哈尔滨工程大学船大工程技术与设计研究院在船用产品的研制方面，具有多年的开发经验和雄厚的研发实力，产品已经型式化、系列化，并成功地应用于各类船舶。船载航行数据记录仪适用于各类船舶，市场前景广泛。该产品的成功研制，对船舶的海上航行安全具有重要意义。根据市场分析预测，项目完成后的三年能可实现 270 台的销售量，销售收入可达到 1 亿元以上，利润总额 5670 万元，市场占有率达到 1% 左右。技术成熟，产品已经型式化、系列化，国际先进水平。

（五）海浪监测设备

海浪监测设备是一种船载/岸基海浪信息实时监测装置，该设备由接口单元、信息处理单元、雷达信号转接器和相关软件组成，可实时输入设备附近海域的海

浪有效波高、波向、波周期、海况等信息。该设备采用遥测方式实现海浪参数的实时监测，与传统接触式测量设备（如浮标）比较具有安装方便、易用、安全性高等特点，可广泛应用于海洋调查和监测等领域，市场前景和经济效益良好。技术成熟，国内领先，具备批量生产能力。

（六） 智能化船舶生活污水处理系统

针对目前 IMO 提出的日益严格的船舶生活污水处理标准，具有出水水质好、体积小、抗冲击负荷能力强、自动化程度高、尤其具备脱氮除磷效果好的突出优点。规划进一步与大型企业开展联合申报课题、开发应用产品等密切合作，促进该新技术的产业规模化应用，固定行业领先地位。

该新型装置对船舶生活污水中有机污染物具有高效处理效果。当考察该装置对 COD 的处理效果时，当进水 COD 浓度由通常的 300 mg/L 增加到 1000 mg/L 以上时，系统出水 COD 始终保持在 100 mg/L 以下，完全满足 IMO 排放标准。另一方面，该新型船舶生活污水处理装置具有良好的脱氮除磷效果，其主体——多级环流膜生物反应器的独特运行模式使之对总氮具有较好处理能力。在国家自然科学基金支持下，我们利用先进分子生态学技术对装置内的功能微生物进行了机理研究。采用荧光原位杂交技术对装置内进行有机物去除的 β -变形菌、进行脱氮的氨氧化菌进行了定量分析。从机理上解释了装置的良好脱氮效果。技术成熟，已有产品应用。

（七） 储能装置能量优化管理系统

储能装置能量优化管理系统具备以下功能和特点：（1）可以在储能装置充放电过程中，抑制超调和振荡、缩短调节时间，提升动态性能；（2）实现储能装置内部的能量优化管理，提高剩余容量的利用效率；（3）采用效率最优的储能装置内部负荷分配技术，减小不必要的损耗，提升能量的利用率；（4）可以实现内部故障检测和故障后的自动重组功能，避免储能元件单体损坏对整体装置的影响，有效提升运行的可靠性和安全性。已完成技术开发和实验验证。应用范围：可再生能源发电、电动汽车、电力系统等。

（八） 高效特种焊接设备

本项目来源于国家自然科学基金和哈尔滨市高新技术产业专项资金项目，该产品在逆变电源的基础上，以 IGBT 控制技术为核心，结合计算机技术，通过微

处理器的精确运算来控制焊接的各项性能及工作过程,控制电路高度集成、简化,过程控制精确、可靠,焊接性能卓越,焊接质量完美。数字化可控热输入高效电弧焊接设备采用模块化设计,整个设备就像电脑一样,可实现即插即用及设备的软件升级,以满足各种不同的需要和场合。本产品不仅可为不锈钢、钛合金、铝合金等中厚板提供一次焊透的高效、高可靠性焊接新方法,还可用于一种金属结构件的有效焊接,如铝/钢、铝/钛等异种金属结构。本项目开发的低热输入高效电弧焊接工艺及其自动化装备可广泛应用于船舶、压力容器、汽车、石油化工等金属结构制造企业,是一种高效、优质和低能耗的焊接设备,产品完全符合国家倡导的节能减排工作。由于具有低热输等优势,该产品既可用于薄壁金属结构件的无变形焊接,也可用于异种金属的有效连接,技术成熟可靠,处于试生产阶段。

(九) 空气环境综合处理系统

随着造船事业的发展和人们对船舶居住性要求的提高,船舶舱室内的人体热舒适性及空气质量的研究受到了广泛关注。室内空气环境综合处理系统,集成了新型空气净化处理装置、舒适性低噪音送风装置及智能化供热装置,可以为改善舱内人员舒适性、形成良好空气品质,发展健康舒适的空气环境控制技术和产品开发提供服务。空气环境综合处理系统中净化功能元件具有再生性,经过清洗可重复使用,无需耗材;整机长期工作稳定性好,能耗低,无噪音;具有高效灭菌,去除有机物和异味功能。舒适性送风末端装置具有送风均匀、低噪音、舒适性温度梯度的布风效果;能进行个性化智能调节,可调节风量和送风温度,可配有末端加热元件。智能化供热装置具有温度可控,散热均匀、升温快速等特点。空气环境综合处理系统中空气处理装置能有效杀灭送风及室内空气中的病菌、细菌、病毒等有害微生物,去除异味,试验结果除菌率大于 99%。空气净化处理设备已经用于实际的船舶中,取得了良好的效果。舒适性送风末端设备、智能化供热设备已经成功试制出样品,得到了业内专家的一致好评,并已经确定在某船舶上使用。项目技术成熟,市场广阔。产品可以综合使用,也可以分开单独使用,同时可以用于建筑室内的空气环境构建和优化。可以应用于船舶、各类建筑等领域智能化供热设备,还可应用于汽车、铁路、航空。

(十) 有机废弃物梯级处理与协同产能技术

基于秸秆、海藻废弃物、厨余垃圾等典型废弃物的生物降解特性,研发出具有自主知识产权的新型高效一体化降解与产能装置(IBR),目前拥有多套小试和

1套中试设备。已进行IBR系统利用秸秆、浒苔等生物质的前期试验研究，结果表明IBR系统能够较好实现秸秆、浒苔等生物质的降解产能过程。

(十一) 藻类生物质为原料产生生物柴油技术

利用选择性发酵法代替传统的物化预处理方法，将藻类中糖类、蛋白类、纤维素等难降解废弃物转化为挥发性脂肪酸(VFA)、氢气等清洁能源，同时通过发酵可对藻体进行前处理，提高剩余的供提取的脂类提取效率和成分价值，获得更廉价的生物柴油。利用加热法等四种预处理方法对藻类进行发酵前处理。经过发酵后，97h后脂肪酸总量都比发酵前有不同程度的下降，但是脂肪的提取值却都有所提高，尤其是FP和无预处理。此时，总量已接近原来的一半，但是提取效果却比原来有提高。既能解决藻体降解问题，又可以对提高藻体萃取产出脂类，还能通过发酵实现城市污泥减量与清洁能源氢气的产出。小试成功，有待推广。

(十二) 利用微藻的深度净污技术及藻泥制氢系统

利用海洋微藻富含碳水化合物、蛋白质、粗纤维的特点，自主设计并制作了一体化除苔产氢系统，利用生物发酵制氢技术将浒苔转化为氢能，实现废物利用。该系统可以实现从进料—厌氧反应—产生氢气—电能转化和出水回收的完整运行，并且维持系统运行的大部分能量来自太阳能，采用闭式水循环方式，完全回收系统自身的排水。整个系统达到处理海洋污染和高效产生能源的双重目标。现正申请海洋可再生能源专项资金支持。应用范围：发酵法生物制氢工业化领域。

(十三) 船用可燃气体报警仪

船用可燃气体报警仪用于检测船舶可燃气体的浓度，能够实现全船各检测点的可燃气体浓度信息的打印、备份、报警以及外设控制等功能，并通过基于RS485总线或CAN总线可向集控台发送系统实时信息。同时具有参数调整按钮，可以实现试机、当前零点和增益值的显示、调节零点值、调节增益值、设定报警上、下限。能够通过CAN总线和管理单元通讯，将本通道的状态信息以报文的形式发送给管理计算机，通过显示面板的试机按钮对通道板的采样单元和状态指示灯是否正常工作进行检测。并可将各通道气体浓度及工作状态信息通过CAN总线传送给复视单元。船用可燃气体报警仪基于电流传输和具备显示被测气体浓度功能的可燃气体检测技术，加大了可燃气体检测信号的传输距离，实现了检测区域可燃气体浓度的就地可视化。同时改进了传统可燃气体检测系统处理方式，采用数字化

集成处理技术及 CAN 总线通讯技术，提高了系统的智能化水平。此装置在船舶、石油、化工医药、国防等行业和部门具有广阔的应用空间，是一种在有可燃性气爆炸危险场所必备的安全检测仪器。

（十四）船舶能耗分布及能效评价技术

以提高船舶能量利用效率、应对 2012 年即将执行的新船能效设计指数 (EEDI) 为目标，开展船舶总体能耗分布及能效评价技术研究，突破评价指标体系中影响因素确立、因素权重确立等关键技术，构建船舶能效评价体系及平台，形成船舶设计阶段能效评价的能力，缩短我国船舶行业同发达国家的差距，推动我国船舶行业的可持续发展。实现船舶能耗分布计算、节能潜力及典型节能技术应用可行性分析、能效综合评价及船舶设计方案评估等功能，经设计单位使用及实船试航数据验证切实可行。目前项目处于前期研发阶段，已经具备了能耗分布数学模型，正在开发船舶能源利用效率评价平台。

（十五）船舶水动力节能装置

本技术能实现船舶水动力系列节能装置的节能 3~5%，并具有自主知识产权的船舶水动力节能装置研究相关的理论设计和性能预报方法、优化设计方法和相应的软件程序等。

截止目前，我校在螺旋桨水动力性能预报、船-桨-舵之间的水动力干扰计算、附加水动力节能装置研究等方面做了大量的研究工作，承担了大量相关科研任务，现已经在高性能螺旋桨设计、扭曲舵、舵附推力鳍、超级导流管、新型特种推进器（即全方向推进器）等方面已经取得了突破性进展，获取了多项具有自主知识产权的发明专利。国内领先水平。技术成熟，已具有试验样机。

（十六）余热发电异戊烷透平设备

节能技术和新能源开发是国家重点投入的技术领域。我国工业企业能源利用率很低，其中有大量的余热资源可以回收利用，因此，国家大力提倡节能技术。在国际能源资源紧张的大环境下，新能源开发也成为当务之急。本项目开发了可以用于工业余热发电的异戊烷透平，可以提高余热发电的能源品位，具有高效、节能的特点。节能技术合新能源开发不仅我国非常重视，国际上也在大力开发节能和新能源技术。尤其是能源比较短缺的国家，例如，日本和以色列就开发了较为先进的地热等低温热源发电透平产品。本项目从技术指标来说，在同等温差和

流量的条件下,达到了日本所设计产品的同样水平。本项目不仅实现了企业节能,而且提高了能源品位。工业余热量大面广,所以在节能领域,具有较好的前景。另外,新能源开发国家极其重视,制订了庞大的投资计划用于新能源开发。本产品适合于各种机械加工企业开发,不需要添加新设备,仅需要开发部分工装。目前已经完成了整个产品的技术设计,具备开发生产的条件。可以用于海洋温差发电和地热资源发电。

3、信息领域

(一) 基于传导电流场理论的矿井透地应急通信系统

我国矿藏资源丰富,仅煤矿矿井约 1.5 万座。煤炭占我国一次能源生产和消费结构中的 70%左右,预计到 2050 年还将占 50%以上,因此,煤炭在相当长的时期内仍将是我国的主要能源。另外,我国还有大量的各类金属矿井。就是说,有大量的人员从事井下工作。无线通信是地下工程如煤矿、金属矿山开采中重要的通信方式之一。特别是在灾害发生,其他通信方式失效时,无线通信往往成为应急情况下唯一的联系方式。在发生灾害时,通常有线通信信道可能已被破坏,这就阻碍了救护队员与被困人员的联系,从而导致被困人员伤亡。如果能对被困人员的状况、位置有准确的了解。就可以指导救护人员,避免不必要的伤亡。因此,发展井下无线通信使矿井下信号穿透上面的沉积岩层直接到达煤矿地面中心站,成为保障矿井安全的必要措施。矿难发生时,传统通信手段往往会失去效能。而采用电偶极子天线,基于传导电流场理论实现透地信息传输是解决该问题行之有效的方法。学校针对国务院及国家安全生产监督管理局对矿井事故应急救援的迫切需要,利用传导电流场具有在导电及半导电媒质中传播的机理,采用电偶极子天线,研制了高可靠矿井透地通信系统,成功进行了外场测试实验。可以实现矿井事故后的应急告警、应急通信及人员定位功能,能够极大地提高救援效率,填补我国矿井透地应急通信技术应用领域的空白,可以带来巨大的经济及社会效益。技术成熟,完成了原理样机的实际、制作及外场测试工作(在大连实现了 70 米大坝的语音穿透实验;伊春上甘岭区一防空洞实现了 300 米山体穿透实验;在辽宁阜新龙驰矿业实现了 200 米矿井的语音及数据双向通信)。

(二) 分辨率图像处理系统

嵌入式高分辨率图像处理系统主要实现高分辨率视频图像的读取、显示、存

储、记录、目标识别及环境感知等功能，将大量的图像处理运算过程从通用的 PC 机构架的设备设备体系转移到以 FPGA、DSP 等为处理核心的专用嵌入式结构中；实现了设备的小型化；强化了设备的专用功能；提高了数据处理的速度和实时性；以给 PC 机系统直接提供成熟的中间数据或结论。嵌入式高分辨率图像处理系统指标达到图像分辨率 4096×3072 像素，帧率 25fps。嵌入式高分辨率图像处理系统具有处理视频图像的分辨率高、处理能力强、实时性好、体积小、工作稳定可靠等优点可以广泛应用在机器人等无人平台视频信息处理、视频监控、视觉导航、虚拟现实等领域。嵌入式高分辨率图像处理系统以应用为中心，以计算机技术为基础，并且软硬件可定制，适用于各种应用场合，具有很强的实用价值和广阔的应用前景。该产品技术成熟，目前已经具有成品样机。

（三）基于多维审计的网络安全态势分析与预警系统

随着互联网技术的飞速普及和发展，网络安全事件的数量越来越多，范围越来越广，给社会造成了巨大的经济损失。例如，2004 年前后爆发的冲击波病毒感染了超过 1000 万台的计算机，造成了大量的计算机网络瘫痪。而熊猫烧香病毒更是在短时间内席卷全国，数百万的个人电脑以及数以万计的企业用户被病毒感染，多数企业的业务因此停顿，直接和间接损失无法估量。如果在爆发初期就对安全事件的扩散情况进行有效地监测和预警，并给出相应的防御措施，那么安全事件造成的影响将极有可能被控制在较小的范围内。

目前，国内的企业或组织已经逐渐认识到网络安全的重要性。根据赛迪顾问的预测，2011 年中国 IT 安全市场规模将达到 135.53 亿元，到 2013 年市场规模将达到 186.51 亿元。虽然安全市场规模不断扩大，但是网络安全监测与分析类产品的市场份额却较小，究其主要原因是因为市场上已有的此类产品大多是针对目标网络安全性的单一侧面进行监测和分析，或是将各类功能模块进行简单的叠加，形成了相互没有关联的、隔离的“孤岛”，使得监测和分析效能无法得到充分的发挥。此外，海量日志处理困难、关联分析能力不足以及态势分析和预警功能的缺失，也导致现有的紧密集成型网络安全监测产品无法为安全决策和应急响应提供足够的支持。

“基于多维审计的网络安全态势分析与预警系统”是一种无缝连接的、多功能部件紧密集成、相互协作的网络安全监测与分析类产品。产品形态包括两台专用安全硬件设备（一台用于网络信息审计，一台用于进行安全态势分析，两台设备以级联方式进行通讯）和一套主机信息审计软件。整个产品的软件系统集成

了主机信息审计子系统、网络信息审计子系统、信息采集与预处理子系统、安全事件关联分析子系统、脆弱性分析子系统、安全态势评估与分析子系统、安全态势预警子系统及安全态势可视化子系统等八个关键子系统。同时还包括用户管理子系统、系统管理子系统等辅助功能模块。各子系统模块化开发，以组件方式集成。技术成熟，中试及产业化阶段。

（四）室内地图处理技术及其在高精度室内定位的应用

随着基于位置服务的广泛普及，用户对于高精度室内定位的需求与日俱增。然而目前室内数字地图技术还处在发展初级阶段，大量的室内空间还是定位盲区。与此同时，已有的室内地图也存在地图高程信息缺失、更新开销过大以及“虚定位点”等问题。因此，本产品建立了一种分层嵌套的可定制三维室内地图模型，根据室内物体的移动能力将物体进行分层，在此基础上，地图本身就具有高程信息以及与定位导航相关的定位材质层和路径规划层，不仅可以用于室内定位仿真和路径规划，还可以有效地辅助室内定位，减小定位误差、提高定位精度。

目前，已实现对于特定的室内场景进行三维建模，并进行定位仿真和路径规划，简单场景下定位精度平均达到3米以下。已达到国内领先水平，应用本仿真系统进行网元布局优化仿真，可以得到最优的网元布局，为工程施工提供了技术支持。可以广泛应用于机场、地下停车场、火车站、汽车站、博物馆、地铁等公共场所以及矿井搜索、海滩搜救等场景。

（五）面向中小船舶企业的智能项目管理平台

随着大数据时代的到来，数据已经成为基础性、战略性资源，代表着先进的生产力。当前企业、政府等却面临数据激增、来源和类型多样，而同时共享程度差、利用率低以及“信息孤岛”现象频发等问题。如何运用数据来满足日益增长的业务处理和精细化智能服务的需要，具有较强的应用价值和现实意义。

本项目以业务数据的处理与分析为基础，以满足企业或政府部门的日常办公、公共服务以及商业智能分析的需求为目标。首先，通过搭建多源数据智能分析与处理架构建立统一接口提供服务；其次，建立流程驱动服务与智能重构模型，实现业务流程的驱动与智能优化；然后，引入人工智能技术对数据进行有效的处理和分析，提供智能分析与预测服务；最后，建立全方位、多层次以及安全性高的权限控制和隐私保护机制。产品开发工作主要由哈尔滨工程大学数据库与知识工程实验室重点完成，该实验室具有高质量的理论与技术研发团队，拥有大量自主

知识产权的数据挖掘算法。本项目涉及的软件开发技术，数据库技术，信息安全技术以及数据挖掘技术等关键技术以往的信息化项目中均有过成功的开发经验，取得了良好的应用效果，在技术上是完全成熟的。目前，本项目产品的市场主要在我国中小型船厂，目标顾客主要是我国的中小型船舶制造企业，目标市场是上述造船企业的项目管理平台。

（六）液体探测器

液体探测器是用于探测液体有无的检测装置，目前国内外市场上成熟的产品有以下几类，其各自特点存在较大差别。如：电极式液体探测器是根据液体电解质电导率变化原理工作的，不足之处是液体必须是电解质；光纤式液体探测器是根据液体改变光的反射变化原理工作的，不足之处是抗污染能力弱。电容式液体探测器利用两电容板间电解质的介电常数特性制成，由于存在探测电极，因此无法在有腐蚀性液体环境中使用。美国霍尼韦尔公司 90 年代中末期开发的 LL 系列液体探测器，是一种开关式传感器，其具有精度高、免维护、高可靠特点，是一种优越的液体探测器，并在世界范围内迅速普及，代表了传统产品的发展方向。本液体探测器产品可探测的液体为水、油、试剂等液体，应用抗干扰的近红外波段做检测光源，采用了光电一体化技术，并利用红外收发组件的光折射-反射工作原理制成，包括红外收发组件、耐腐蚀的光学导流罩、集成电路等，产品具有故障率低，使用方便，寿命长，高腐蚀性、大压力、高振动、宽工作范围、安装结构尺寸小、免维护等特点，并且由于结构采用耐腐处理，可在恶劣条件下使用。该产品采用了可靠性冗余设计，是具有自主知识产权的新一代液体探测器产品。

液体探测器可应用农业领域的农业灌溉、无土栽培；工业控制领域的冶金、电力、纺织；医药卫生的反应罐、反应瓶；石油化工的储油罐、输油管道、化工反应罐；水利工程的污水处理、自来水、江河治理；家用电器及家庭安全的热水器、洗衣机等。技术成熟，具有样品，可替代进口产品。

（七）高精度复杂环境液体密度传感器

本研究提出了采用机器视觉技术研究实现复杂环境下（如硫酸中）的液体密度在线测量方案，使之能够克服其它测量方案的诸多弱点，为复杂环境下的液体密度测量提供了可靠技术手段，在铅酸电池监测系统的密度测量中可应用该装置。已通过现场环境下的基本试验。可用于硫酸或其他液体的密度在线测量，精度达千分之五，分辨率为万分之五。

（八）超薄型挠性温度传感器

温度作为热现象涉及到燃烧、传热等方面，是零件热变形、热应力分析的重要参数，尤其是温度，它可以反映燃烧过程中的一些重要信息，并直接影响设备的性能和安全。市场上成熟的温度传感器有热偶、热阻、热敏电阻、pn 结及集成电路温度传感器。利用金属和半导体的电阻和温度的依赖关系可做成各种电阻式温度传感器，其性能较佳，应用最广。超薄型挠性温度传感器利用金属电导率热效应制成。超薄型挠性温度传感器具有超薄性、快响应、高稳定、挠性化特点，是目前温度传感器品种的一种补充。

该产品在基底膜材料、敏感材料、微米级加工技术、设计仿真及可靠性技术的基础上，围绕微结构、超薄性、大挠度形变、高性能和耐恶劣环境的相关理论及技术为重点研究方向，致力解决温度传感器敏感膜特性、快速响应特性、绝缘性、形变影响小、精微调阻及结构设计制造等一系列关键工艺问题，攻克一批关键技术，如：传感器的结构 CAD 设计技术、敏感膜沉积及稳定化技术、微机械加工精细敏感电阻条技术、基底韧性化技术、敏感膜与基体附着力及热匹配技术、电化学表面钝化技术、引线焊接技术等，制作出超薄型、高灵敏、高可靠性的新型超薄型挠性化温度传感器。可合作中试生产。技术成熟，具有样品。适用于不均匀物体表面温度测量、两物体接触面温度测量、窄缝内温度测量、球面、圆柱面、圆锥面、波浪面及不规则平面的表面测量。

（九）船体渗水智能监测系统

船舶行业是我国重点扶持发展的支柱性产业，船舶在航行过程中要依靠大量的数据提供安全信息和控制指令。在船舶工作过程中，船体渗水是最危险的一种模式，必须快速检测到信息，以便采取应急规避危险预案。船体渗水监测系统利用水检测传感器、通讯线缆、上位机处理器及数据采集处理软件等有机集成而成的一种先进的检测报警系统，可全方位保证船体渗水后，能快速检测到渗水信息、信号可靠传输、在上位机实现预警报警功能。“船体渗水监测系统”直接关系船舶效能的发挥，是关系到海上航行安全与否的重要因素。

“船体渗水智能监测系统”是指利用现代传感技术、信息融合技术、通讯技术、计算机技术、外输控制技术、可靠性技术以及专家系统技术等制造的信息监测系统，该类系统具有分布式、积木功能、高性能、高可靠等特点。该“船体渗水监测系统”就船舶危险模式中渗水情况进行监测，发出警报和显示信号，以便

采取应急措施。

（十）海洋综合探测系列产品

海洋是地球上尚未被人类充分认识和开发利用的各种自然资源潜在的战略基地,海洋的科学研究离不开各种海洋装备。

海洋综合探测系列装置/装备是哈尔滨工程大学在学校水下机器人优势方向的基础上,积累了几代人的科研成果,在面向水下各类作业需求,经不同方向的团队研制而成,这些设备为科学探测、资源开发、渔业资源普查、管道检测清淤、水下公共安全及教学观赏、河流水文信息等获取、环境监测、科学考察、水下考古等等提供手段支持。其中,很多成果技术成熟,或已具有样机。还有短接管切割机器人等其他产品,可以用于天然气管道、石油管道、化工管道、自来水管、汽轮机、电力、锅炉、压力容器、船舶和核电等行业的法兰接管切割,实现与容器壳体相贯的法兰接管相贯线异形曲面切割。

（十一）海工产品信息化管理系统

海洋工程项目信息化管理平台具体包括海工项目进度管理系统、海工项目设计管理系统、海工项目物资(材料与设备)管理系统、海工项目成本管理系统开发、海工项目质量管理系统、海工项目 HSE 管理系统等十三个功能系统。海工项目信息化管理平台具备良好的开放性 & 可配置性,对海工企业建造自升式钻井平台的管理具有适用性,对平台项目管理中的进度控制、物资采购及配套管理、机械完工和调试管理、质量管理、成本管理等方面的覆盖面达 90% 以上。

4、新材料领域

（一）直接炭燃料电池阳极

直接炭燃料电池(DCFC)技术为煤的洁净高效利用提供了一种新途径。与传统的燃煤发电和煤气化联合循环(IGCC)发电不同,DCFC 是通过炭在阳极的直接电氧化和氧气在阴极的电还原来实现发电。在这种煤到电的转换过程中,无燃烧,无热机,无需对煤重整气化,因此 DCFC 具有高效和环保的突出优点。DCFC 的理论效率达 100%,实际电效率可达 80%。和燃煤发电相比,用 DCFC 发电可将 CO₂ 的排放量减少 50%,废气排放总量减少到十分之一,且几乎无粉尘排放。作为 DCFC 燃料的固体炭资源丰富,可由煤、生物质和有机垃圾等经热解或氢解获得,副产的氢气等可用于氢氧燃料电池,从而可实现最大限度地洁净高效的利用

这些丰富的燃料。本项目针对 DCFC 阳极这一关键技术开展研究。针对炭粉在熔融碳酸盐中润湿性差问题提出了预润湿技术，针对炭粉电氧化活性低的问题提出了酸碱处理脱灰造孔技术。

通过本项目的研究，确定适合于 DCFC 阳极的炭燃料的规格参数（来源、粒度、物性及组成）、控制炭完全氧化的反应条件（温度、极化电势等），并组装 DCFC 测试样机。技术成熟，已测试组装样机。

应用范围：直接炭燃料电池。

（二）深水导管架安装夹桩器用钢

哈尔滨工程大学生物医学材料与工程研究中心在深水导管架安装夹桩器用钢的研制方面做了许多工作。目前国内的钢种难以满足深水导管架安装夹桩器的要求，德国生产的 X45NiCrMo₄ 钢可以满足夹桩器的使用要求，但此钢种处于技术保密，国内没有相应的牌号，所以研究具有自主知识产权的夹桩器用钢具有重大的实际意义。

本研究综合设计夹桩器用钢的化学成分范围，并熔炼制备合金钢，研究了其铸态组织及性能、退火软化工艺、淬火工艺和回火工艺等对其组织和性能的影响规律与机理，并最终确定了适于夹桩器用钢的化学成分及热处理工艺规范。技术成熟，可根据用户需求定制。适于各类夹桩器及各种要求高强高硬的合金钢件。

（三）鳞片阻挡型环氧重防腐涂料

鳞片阻挡型涂料在所形成的保护涂层中，由于鳞片形成的有效迷宫效应，可以阻止外部水、气对涂料所要保护对象的侵蚀，降低腐蚀速度。国内应用鳞片阻挡型涂料的研究主要集中在玻璃鳞片涂料方向，目前国内玻璃鳞片的价格达到 8000 多元/吨，超薄的玻璃鳞片价格更高，甚至达到 60000 元/吨，而本项目所采用鳞片的价格仅仅是普通玻璃鳞片的 1/3，因而可以大幅降低涂料成本。同时在鳞片制备过程中，预先在鳞片表面形成具有化学活性的活性中心，使得活性鳞片填料与环氧树脂之间形成化学键合，并使活性鳞片填料在涂层中形成几十~一百多层的层状排列结构，增加迷宫效应，进一步提高涂层的抗渗透性以及涂层的阻挡性能。涂料配方的完善过程中。可作桥梁、船舶、海上平台、港湾设施的防腐涂层等；也可以用于保护水泥制品等。

（四）碳陶瓷复合密封材料

石墨材料具有良好的耐高温、低温、导电、导热及自润滑性能，具有较高机械强度及较小的热膨胀系数，抗热冲击性能优良，化学稳定性好，对大多数酸、碱、盐溶液不起化学反应或反应很弱，且石墨材料易于机械加工，所以广泛应用于航天航空、机械、电子、电工、半导体、冶金、化工、生物工程等领域，已成为一种不可缺少的特殊工程材料。普通碳—石墨材料，一方面强度低，开孔率大，用于流体密封承受压力低，密封性差；另一方面，石墨材料的抗氧化能力差，在一定程度上限制了石墨材料应用领域的扩大。因此，克服石墨材料的弱点，满足石墨材料在高新技术上的要求，是碳石墨制品制造业急需研究解决的重要课题。成果通过鉴定，获黑龙江省科技进步奖励 2 项。技术成熟，可以推广。

应用范围：碳石墨材料改性、密封材料制备等领域。

（五）石墨烯批量制备

石墨烯作为一种新型的二维单原子厚碳质材料，具有超高的比表面积和优异的电学、力学、光学以及热学性质，在电子、航天、新能源、新材料等领域有广泛应用。然而如何批量制备高质量大面积的石墨烯仍是世界各国研究者面临的难题。范壮军教授领导的先进炭材料课题组率先在国际上提出绿色金属还原氧化石墨，实现了快速、简单、高效地制备石墨烯。例如通过铝粉仅用了 30 分钟就可以将氧化石墨还原成石墨烯，与其它方法相比，所获得石墨烯还原程度高、导电性好，为实现石墨烯批量化提供了一条可行途径。石墨烯可替代晶硅应用在将芯片领域，市场容量至少在 5000 亿元以上。石墨烯制成的锂离子电池负极材料能够大幅提高电池性能。全球每年负极材料的需求量在 2.5 万吨以上，并保持 20% 以上增长。石墨烯作为负极材料应用在十分之一的锂离子电池中，其需求量也在 250 吨以上。石墨烯制成的超级电容器，充电时间只需 1 毫秒。2010 年全球超级电容市场规模在 50 亿美元，并保持着 20% 的增长率，随着未来超级电容器的放量，石墨烯的应用空间巨大。石墨烯可以替代 ITO 作为导电材料制成显示器件。预计 2011 年全球 ITO 导电玻璃的需求量在 8500—9500 万片，石墨烯的替代空间巨大。目前技术属于试生产阶段，每小时 0.5 公斤/小时。储能器件电极材料，功能复合材料、催化剂载体等。

（六）二硅化钼基高温结构复合材料

难熔金属间化合物二硅化钼 (MoSi_2) 由于具有很高的熔点 (2030°C)、极好的抗氧化性和适中的比重，特别是它具有可贵的 R 特性，即在温度升高时其强度并

不下降，并以其诱人的高温物理化学性能，引起了国际材料界极大的兴趣。产品技术成熟，处于中试阶段。研制的二硅化钼基高温结构材料可用于航空航天、民用气轮机、汽车、船舶、发电机等领域高温环境中。

（七）玄武岩纤维复合筋增强混凝土复合材料

本项目采用具有低密度、高强度、良好抗腐蚀性能等综合性能优异的玄武岩纤维复合筋替代传统的钢筋，并将其应用于混凝土结构中，制备出性能优异的玄武岩纤维复合筋混凝土，解决混凝土结构的耐腐蚀问题，提高其使用寿命，并且可以有效减轻结构自重，简化施工工艺，从而解决潮湿地区和酸碱环境恶劣的地区桥梁、路面钢筋混凝土结构存在的使用寿命、耐腐蚀问题，经济效益显著。技术成熟，可以推广。适用于混凝土桥梁结构、道路建设、海港、码头、沿海、停车场等结构混凝土领域中的应用，也可应用于防腐建筑和地下工程中。

（八）环保型海洋防污涂料

海洋生物污损是海洋开发必须解决的首要问题之一，海洋生物污损不仅会船舶航行阻力和燃油消耗增加，引起严重的生物腐蚀，缩短船舶和海洋装备的使用寿命。本成果基于自抛光原理，通过分子设计合成制备出具有水解稳定、物理性能优异的防污树脂，解决普通防污漆抛光速率不可控、易开裂等问题。同时，通过环保防污复配体系的优选、涂料配方的优化设计，制备出适用于不同类型船舶的系列环保型防污性能优异的防污涂料，且有效保证防污期效及防污效果。该技术打破国外涂料公司对我国防污涂料市场的控制，加快推进我国环保长效防污涂料实现自主化。

本成果采用多种步骤及路径制备了丙烯酸锌、丙烯酸铜、丙烯酸硅氧烷等环保型防污树脂，同时基于上述树脂制备了系列含铜型防污涂料及无铜型防污涂料，根据其防污期效又分为1~2年、3年、5年等多种类型。该成果不含有传统的有机锡等毒性防污剂，环保可靠，同时施工方便便捷、不需要苛刻条件。该项目在与外方的合作下，已经通过了50L的中试试验，并进行了海上实船试验。应用于渔船、游艇、执法艇、交通艇、邮轮等。

（九）ADC发泡剂联二脲缩合污水处理方法和装置

尿素法生产ADC发泡剂的联二脲缩合污水主要含有氯化钠、氯化铵、未反应完全的尿素和水合肼，以及反应副产物等，水质特点是高盐（8-15%氯化钠）、

高氨氮（10000-40000mg/L）、高 COD(8000-40000mg/L)、水合肼具有较高毒性，可生化处理性极差。对联二脲缩合污水有效处理，是 ADC 生产过程中必须同时解决的问题。本技术针对目前 ADC 发泡剂联二脲缩合污水 COD 难于达标排放或回用、结晶所得的盐纯度低、处理成本高和资源回用率低的技术问题，专门研发出一套 ADC 发泡剂联二脲缩合污水处理方法和装置。该方法和装置具有 COD 去除效率高，运行成本低，不引入新的元素成分，水资源回用或达标排放，氨和盐资源全部高纯度回收的优点。该项目在与外方的合作下，已经通过了 50L 的中试试验，并进行了海上实船试验。应用于渔船、游艇、执法艇、交通艇、邮轮等。

（十） 甲酯酸性生产废水丙烯腈生产废水资源化处理技术

甲基丙烯酸甲酯酸性废水和丙烯腈生产废水的酸度高、氨氮含量高、COD 含量高和色度极高，环境危害极大。目前该类生产废水常采用硫磺焚烧法生产硫酸、液氨中和后蒸发废硫酸液生产硫酸铵。这两种方法在处理废水的同时分别获得了新的产品——硫酸和硫酸铵，能够实现资源回收利用，目前的处理方法存在处理成本高、经济效益差、处理过程中安全与环境风险大、没有实现全部资源回收等问题。本技术解决了废水因酸度过高不能浓缩结晶出硫酸铵以及不能资源化回收有机物的技术难题，废水经本发明方法处理后，废水中的氨氮资源、硫资源和有机物资源被充分回收，氨氮回收率大于 99.5%、硫回收率 99.2%、有机物回收率大于 96.0%，可得到固体硫酸铵、建筑材料和有机低聚物。本技术还具有使用的原材料成本低，余热被充分利用的特点。比较成熟，可进行工业化生产。化工污水处理。

（十一） 含盐含油废水除油蒸发结晶器

在含盐含有机物废水（或废液）蒸发浓缩结晶过程中，受废水（或废液）组成物料性质的影响，有些含有少量油或油状物的废水会随着水分蒸发、盐浓度增加而逐渐析出有机物——油，在蒸发结晶器中出现油/水/固三相物料的结晶浓缩混合液，其中大部分油浮在液体上部而影响水蒸发效率，若油积累过多时油会粘附在盐表面或包裹在盐中，直接影响以回收盐为目标的废水蒸发结晶产品的品质质量。对于这类在蒸发结晶过程中析出油相的废水（或废液），需要在蒸发结晶器中连续分离出油，即需要蒸发结晶器具有高效分离油的功能。本技术解决了目前的蒸发结晶器存在分离除油效果不佳、不能长时间连续分离除油、对某些含盐含有机物废水（或废液）蒸发效率低、所得的结晶盐品质差的问题，本技术对油

的分离去除效率高，结晶产品中有机物油含量小，可连续分离除油。蒸发结晶器具有结构功能完整、两级除油、连续运行的特点，同时具有易于控制、分离除油不受蒸发室压力波动的影响、可进行常压或减压蒸发结晶的优点。比较成熟，可进行工业化生产。

（十二）高熵合金涂层的高温摩擦学性能及机理

航空、航天、能源等工业的高速发展对涂层材料在苛刻环境下的综合性能提出了更高的要求。高熵合金的提出丰富了涂层的设计理念，并在耐磨性、高温稳定性等方面展现出独特的优异性质，因此，这类涂层在提高燃机叶片苛刻工况下的表面防护性能方面具有广阔的应用前景。然而，缺乏对高熵涂层高温服役条件下结构的演化及控制机制方面的深入研究是制约其实际应用的重要瓶颈问题。本课题拟采用熔覆法制备典型/新型高熵合金涂层，重点探究工艺参数、应力状态等对涂层相变机制、界面结构演化、摩擦磨损性能及失效机制的影响；并通过分子动力学、有限元及热力学分析，研究复杂界面的结合能与界面结合强度的理论关系，构建相应热力模型，揭示高温摩擦过程中的涂层相变、应力分布及界面演化规律明确涂层的成分-结构-性能在温变效应下的优化调控机制。项目研究内容的开展，将为该类涂层在燃机叶片等高温摩擦应用领域中的成分优化设计和结构调控提供理论指导。技术成熟度 3 级。金属材料表面改性相关领域。

（十三）船用高性能热塑性 pCBT 复合材料

目前船用结构复合材料以热固性为主导，但随着各国政府和国际组织绿色环保政策的出台（如欧盟玻璃钢制品限入制度），全球复合材料行业都将目标转向易回收、可再利用的热塑性复合材料。热塑性复合材料逐步提高应用比率已成趋势，一些机构预测未来几年热塑性和热固性复合材料应用比率将趋于相等。目前欧盟热塑性复合材料占整个用量 30%以上，美国高达 50%，远远高于我国的 17%（且以低端 PP、PA 为主），究其原因是我国热塑性复合材料的原材料和工艺水平较低、存在技术瓶颈。具有良好工艺性的 CBT 热塑性复合材料是近年来国际上兴起的一种新型绿色环保型复合材料，它的可液体成型特征为其应用于大型结构和规模化生产带来了便利。作为结构材料，本项目可应用于豪华游艇结构及内饰，高技术船舶的上层建筑以及汽车复合材料等对绿色环保有明确要求的领域。

热塑性复合材料船舶结构具有易回收、可再利用等绿色环保特征，但传统热塑性

复合材料无法液体成型一直是限制其中大型构件应用的桎梏。本项目中所提出 pCBT 热塑形复合材料具有超低的熔融粘度，易浸润，可液体成型，能制成纤维含量达 75%的复合材料。目前该项目已经到达样品阶段，已完成前期的实验室样品制备及性能测试，聚合温度、基体强度、冲击韧性。温度老化性能、海水浸泡实验均达到预期要求。应用豪华游艇、船舶上层建筑、汽车工业等领域。

（十四） 仿生防污涂料

根据不同防污要求，研发了具有仿生结构的水凝胶防污涂层与可控防污效率的防污涂料。研制出了三种水凝胶涂层体系，该技术适用于各种海域船舶表面防污、桥梁、岸堤及海上平台装备防污等，以及各种水路管系内壁防污，实海环境是复杂恶劣的自然环境，防污涂层是否能发挥长效防污效果需要考查海水浸泡、海水冲刷、干湿循环和紫外线照射等自然环境对其的综合作用，因此水凝胶是否能实现长效防污还需要大量实海实验进行验证。设计制备的水凝胶涂层制备工艺简单且原料安全无毒，符合环保要求，并且适合舰船和水下设施等大型涉海结构的表面施工，并且解决了水凝胶层附着力差的问题，能够在海水冲刷、温差较大和干湿交替等复杂恶劣的海洋环境长期使用。能够与现有高性能有机防污涂层结合使用，高效复合现有防污技术，这些为成果转化奠定了实践基础。

（十五） 亲水性超滤膜组件

一种亲水性改性膜组件，采用相对价格低廉的聚氯乙烯为合成膜主料，使成本降低，且聚氯乙烯具有一定抑菌性，可以防止生物膜滋生，抵御膜的生物污染，尤其适合膜-生物联用工艺，如污水处理领域。技术特点：针对聚氯乙烯亲水性差，过滤阻力高的问题，采用亲水性纳米粒子对膜材料进行改性，使改性后的膜组件水过滤通量显著提高，抗污染能力增强。项目处于小规模生产阶段，投资 100 万可以进行产品规模生产，欲寻找合作伙伴，联合进行产品的规模化生产研究，或针对具体工艺开发特殊膜组件等。这种膜组件能够用于给水及污水处理，截留有机污染物及细菌等，也可用于化工，食品领域的分离工艺，分离大分子有机物如药物、蛋白等。目前市场上，聚偏氟乙烯膜材料价格约为聚氯乙烯膜 4 倍，聚氯乙烯材料在我国研究比较成熟，价格低廉，通过对该材料进行改性，可以提高水通量和抗污染性能，该产品具有较高的性价比，可替代原有膜材料。

国内膜分离技术近年来发展迅速，对膜材料的需求急剧增长，产品的市场前景非常可观。同时，新型膜材料合成及改性技术是国家重点扶持的领域，这也为

校企联合申请相关资助课题提供了机会。社会效益：膜分离技术属于绿色水处理技术，无副产物生成，有利于水回用或有用物质回收，具有显著的社会效益。实验室研究已经证明该材料改性后的性能，目前膜丝已拉出，进入小批量生产阶段。该产品制成膜组件后可用于很多膜分离设备，如饮用水净化、船舶生活污水处理、船舶油污水处理、海水利用、采油废水处理设备等。

（十六）污水硫化物快速分析仪器

对污水中硫化物进行快速检测分析，分析不受污水色度的影响，不使用有毒化学试剂，不产生二次污染。本仪器可广泛用于石油、化工、制革、印染及矿山等行业或企业生产污水中硫化物的快速准确分析，对企业污染监控和安全生产有极大帮助，可产生良好的经济效益和社会效益。已有成型样机，可以生产推广。应用领域：污水中硫化物分析。

二、哈工程团队情况

1、船舶设计制造领域

船舶设计制造领域在哈尔滨工程大学由船舶与海洋工程设计制造技术团队、海洋工程技术等多个团队支撑。拥有高层次人才为核心的专业和年龄结构合理、学术背景丰富、多学科交叉的队伍，获得了国家科技进步二等奖、省部级科学技术进步奖等多项奖励，并形成了较为完善的质量保证体系和行之有效的管理机制。

同时，承接了多项国家级横纵向以及企业合作项目，科研经费总额在学校名列前茅，与国内外著名高校、研究机构和专家建立了广泛联系与合作，培养出多名杰出青年骨干教师和优秀研究生，产出大批发明专利、软件著作权、SCI 高水平论文等重大标志性成果。

2、船舶基础和前沿技术领域

船舶基础和前沿技术领域由流体力学学术团队、机器人智能控制研究团队、结构力学团队科研方向聚焦在船舶与海洋工程流体力学、船舶结构力学、机器感知与智能控制领域，瞄准国际上船舶与海洋工程流体力学的学术前沿，依托国家和行业的重点科研课题，开展本领域具有特色的基础研究和应用基础研究，突破制约船舶与海洋工程领域、环境感知与信息融合、智能决策与控制、多平台自主协调的关键知识瓶颈和技术瓶颈，带动人才培养和团队建设，为推动船舶与海洋

工程的知识创新和技术创新作出贡献。

获得国家级、省部级科技奖 30 余项，发表 SCI、EI 等高水平学术论文 500 余篇，获得发明专利 100 余项；团队成员获得“优青”、“中组部青年拔尖人才”、“龙江学者”等多个荣誉称号。努力打造学术领先、师资雄厚、风气优良和设施先进的软、硬平台，在未来 5~10 年内，将团队建设成国内领先、国际先进的研究团队。

3、船舶动力领域

船舶动力领域由燃气轮机技术团队、动力装置技术团队等在船舶发动机起动控制、燃气轮机先进循环技术、总体性能预测与健康管理技术、压气机气动技术、传热与燃烧技术等研究方向上，在我校推动船用燃气轮机自主化创新中心的跨学科紧密协作，积极争取国家级重大科技专项的立项，取得国家级科技创新成果，广泛开展学术交流与合作，进一步提高我校在燃气轮机研发领域的学术地位，形成特色鲜明、有广泛影响力高水平成果。

4、泛在网络与知识工程领域

该领域由泛在网络团队和软件与社会计算团队等支持，是软件科学与智能信息处理、数据与知识工程方向人才培养和科学研究的主要学科建设力量。近年来团队承担国家自然科学基金等项目 100 余项。软件与社会计算团队以“互联网+”行动计划为契机，以高水平人才培养为根本，以高水平师资队伍建设为重点，以高水平科研产出为突破口，围绕云计算、物联网、大数据等新一代信息技术与现代制造业，生产性服务业的融合创新需求和前沿学术热点，结合团队人才、技术基础和目前承担的科研任务，充分发挥团队在网构软件、数据处理方面的优势，开展软件体系结构、可信计算、社会网络、数据挖掘等方面的基础理论研究和面向舰船与海洋行业数据处理与分析工程应用研究。

5、现代信息处理领域

该领域由现代信号处理技术学术团队和光纤技术创新团队支撑，以光学遥感技术、多载荷图像拼接融合技术、高分辨率数据处理与应用等关键技术为主，充分发挥本团队在高光谱高精度、超快速大数据处理方面的优势，开展高水平基础理论和工程应用研究。另外，承担了学科博士后、博士、硕士研究生总计约 80 人的培养任务。

6、电化学和先进材料领域

由电化学工程团队和先进材料研究团队等支持,本着“立足基础、面向应用”的宗旨,开展船海化学电源和熔盐电化学、聚合物微孔保温材料、轻质阻燃材料、无机功能材料的设计合成等方面的科学研究和人才培养,在燃料电池、锂离子电池、乏燃料熔盐电化学干法后处理、基于纳米材料科学的新型生物成像技术及癌症治疗技术、能源领域清洁能源的开发及合理利用等关键技术的研发方面形成了特色和优势。提升我校材料科学与工程学科影响力。目前,本团队已经在相关领域内的实际应用研究方面取得了明显进步,学术成果在国际相关领域学术界获得了广泛关注及认可。