

四、机电一体化技术

1. 液压加载系统

项目概述

液压加载系统主要用于对大、中、小型的机构、结构装置的力学加载试验提供静态、动态作用力。

本系统由电液伺服作动器、伺服电源、控制阀台和工控机多通道控制器组成。可以同时控制 12 个伺服作动器完成静态、动态加载试验，最高频率可达 10Hz。可以同时控制 12 个静态作动器联动加载、同步或异步加载试验，可以分别控制 2 个作动器波形加载。带有独立的水循环冷却系统、工控 PC 多通道控制系统、加载作动器试验力的模拟及数字量输出；试验数据的计算机屏幕显示，数据库能够同步存储。现已为中船某研究所设计并生产制造了液压加载系统，已用于实际的测试实验中，达到项目技术指标要求，体现了如下特点：1. 与传统液压作动系统相比，智能液压作动系统体积小、重量轻、功耗低、效率高、噪声低、结构简单、可靠性高，可维护性强，而且整套系统液压管路短，取消了外部管路。2. 液压系统采用先进计算机控制，实现各种波形无级加载输入方式。

项目成熟情况

技术成熟，已按不同客户要求生产多台套设备。

应用范围

采用先进制造技术实现的空间大型结构实验台架可用于大型汽轮机冷凝器及结构强度动力学特性实验研究。

2. 新型路面监测传感器

项目概述

目前，路面监测用的应变等测量传感器主要是不锈钢制作的，不锈钢的模量约 200 GPa，沥青混凝土路面模量约为 2000 MPa，二者模量差别太大，路面的变形很难完全传递到传感器上。此外，由于传感器局部模量大，会促进埋设传感器位置出现较大破坏。同时，新型、常用的光纤传感器具有精度高，经封装后和路

面协调一致性较好，但是存在埋设困难，成活率低，成本昂贵。因此，本项目开发出的路桥健康监测传感器具有和路面变形协调一致性好，对路面影响小、准确监测路面中的健康状况，同时具有埋设简单、成活率高和成本低的特点。

项目成熟情况

团队一直进行路面压电复合材料和微型压电发电装置的研究，目前已开发出多种压电复合材料和微型压电发电装置，目前处于样品阶段，同时拟在明年进行路面的实际路况实验。

应用范围

路桥健康监测。

3. 旋转机械的先进密封技术

项目概述

各类旋转机械的动静之间的密封是必须解决的技术问题。传统的迷宫式密封存在泄漏量大，齿间气流涡旋会造成转子涡动，转子振动会造成气封容易磨损，使得泄漏量增大等问题。所以，需要开发先进旋转机械密封技术。

我们先后研究开发了具有国际先进水平的蜂窝式密封和指尖密封，可以作为现有密封的替代产品，生产企业也可以利用该技术进行开发生产先进密封产品。

项目成熟情况

已有专利，部分技术已达国际先进水平。

应用范围

各类旋转机械的动静之间的密封，该技术可以用于气体压缩机、汽轮机、燃气轮机等各类旋转机械，量大面广。目前所用的密封泄漏量大、性能差，亟需更新换代。所以，开发此类产品具有较好的市场前景。

我们可以针对用户的需求，设计和开发相应的蜂窝密封或者指尖密封产品。所设计的密封泄漏量小，密封的可靠性和耐用性较高。对于各种机械生产企业来说，完全具备加工该产品的能力。

4. 叶轮机械的设计和優化技术

项目概述

各类叶轮机械属于通用机械类产品，包括各种轴流式和离心式压缩机、汽轮机、燃气轮机、风力发电机、工业通风机、叶轮泵等等。我国各相关企业的产品，效率较低、产品的竞争力较差。另外，各企业也需要开发新产品以扩大企业的经济效益和生产水平。本单位有着高效率径流式汽轮机、轴流式汽轮机、离心压缩机和风机等产品的开发经验。拥有国际先进的正版软件和具有自主知识产权的软件，以及大容量并行机等模拟设备和专业试验能力，具备给企业设计、优化相关产品的条件和水平。

我们设计的产品或者优化的产品，具有性能优良的通流型线，效率一般高于同类产品，或者达到同类产品的先进水平。前期开发的各类产品，证明了本单位的研发水平和能力。本项目对于各种叶轮机械生产企业来说，仅需要添加可以提高企业加工能力的设备。因此，投资依据企业或者投资商目前的条件而定。

项目成熟情况

技术成熟，具备给企业设计、优化叶轮机械的条件和水平。

应用范围

叶轮机械的设计、优化。

5. 多关节自主控制机械臂

项目概述

多关节自主控制机械臂具有机械臂多种控制模式、三维仿真与模拟运动、故障诊断与运动保护等功能，系统采用多 DSP 控制芯片和现场总线技术，实现六轴机械臂的独立运动控制和联动控制，并配备三维可视化机械臂运动过程监视和运动轨迹规划软件，具有六轴机械臂自动无碰撞路径规划能力。整套装置结构紧凑、精度高、作业范围大，姿态灵活、控制精度高，已经成功应用于蒸汽发生器一回路侧检修活动，并支持在机械臂的前端携挂不同检修工具从而对蒸汽发生器实施不同的检修活动。

多关节自主控制机械臂系统结构紧凑、精度高、作业范围大，姿态灵活，作为典型的运动控制研究对象，是突破多自由度机械臂的运动学求解及优化、狭窄空间内机械手的人工路径示教、高维位形空间内机械手自动路径规划以及高精度机械手关节控制系统设计等关键技术的基础平台。同时，多关节自主控制机械臂

在工业生产自动装配、海洋深水作业、外层空间开发以及危险复杂环境下检查、装配等领域具有广阔的应用空间。

项目成熟情况

该产品技术成熟，目前已经具有成品样机。

应用范围

危险复杂环境下检查、装配等领域。

6. 大尺度测量系统

项目概述

在国际上，高效率和高精度的三维大尺度测量是研究的热点和难点问题，无论是效率、精度和对工业现场的适应性还远未满足现代工程需求。我们当前主要针对 1m-100m 范围目标点密集的大尺度工件开展快速、实时的现场测量的研究，突破大尺度测量所涉及的关键技术。我们以船体分段数字化测量为突破口，突破其关键技术以带动其它造船测量技术研究，并将相关技术推广到其他大型工业目标的测量。可以应用于现代船舶建造的三大支撑技术之一的总段（分段）三维精密测量、核电站反应堆安全壳测量、大型钢结构测量、水下人工构筑物（如钻井平台、沉船等）、飞机分部及外形测量、大型船舶推进器叶片外形测量、大量程圆柱度测量、发动机叶片叶形现场非接触测量等等，满足国家及国防建设急需。

项目成熟情况

已与渤海船舶重工有限公司合作完成“现代船舶建造大尺度三维数字化测量系统”实验室样机，并开始开展工程样机的研究。在模拟系统上完成实验室阶段的关键技术研究及演示验证并通过了阶段验收。为山东核电设备制造有限公司研制成功“多用途曲面板坡口切割机器人”，解决了核电安全壳曲面板（9m*4m）的测量技术难题。

应用范围

船舶制造等大型结构测量领域。

7. 多模块并联 DC/DC、DC/AC 电源

项目概述

大容量多模块并联 DC/DC 和 DC/AC 变换器技术是受基础产品创新项目资助，可实现高可靠性供配电系统的一项关键技术。通过电力变换模块的增减可进行系统容量的调整，在线热插拔技术可为系统维护和紧急状态下的模块更换提供强有力的保障。

研究成果可为船舶配电系统设备的选型、研发、试验及使用维护等提供依据和技术支援。研究成果经产品转化，还可应用于分布式发电系统、新能源发电系统和微电网的电能变换等高技术领域以及为其它民用工业（如为冶金、化工、机械等）提供高性能的电能变换设备。

已获得多项国家发明专利，专利号：ZL200910073437.7，ZL201110115223.9，ZL201010197518.0，ZL201010100992.7，201010197325.5，201110058469.7，201110135170.7，201110112343.3，201110115223.9，201110058469.7

项目成熟情况

该产品技术成熟，目前已经具有成品样机，急需成果转化。

应用范围

船舶供配电系统、分布式发电系统、新能源发电系统和微电网的电能变换等高技术领域，以及为其它民用工业（如为冶金、化工、机械等）提供高性能的电能变换设备。

8. 单相光伏并网逆变器

项目概述

光伏并网发电系统是指由太阳能电池组件、并网逆变器及配电系统组成的发电系统。光伏电池阵列将太阳能转换为直流电力并输送到并网逆变器。并网逆变器将直流电逆变为与电网同频率、同相位的交流电，并将此电力并入电网。

哈尔滨工程大学电气工程研究所研制的光伏并网逆变器（支持离网独立运行）具备快速稳定的 MPPT（最大功率点跟踪）能力，对电网电压波形畸变和谐波阻抗大范围变化具有良好的适应能力。并网电流正弦度好，谐波含量小。已通过相关机构的电磁兼容测试和认证。

整体采用基于 ARM 控制器的控制系统，成本低，控制性能优异；主电路采用 IPM 模块，结构简洁；采用先进的控制算法；直流输入电压范围宽；转换效率高；

保护功能完善，运行可靠性高；通讯接口丰富；采用图形液晶显示器，支持中英文选择。

项目成熟情况

现有 3000W 逆变器、5000W 逆变器成品样机，已经过现场验证。可根据实际需求研制满足不同需求的逆变器。

应用范围

用于太阳能发电等有逆变器需求的场所。

9. 深水测量装置试验样机

项目概述

海洋石油工程股份有限公司 863 计划“深水海底铺设技术”哈尔滨工程大学子课题五课题组研制的深水测量装置试验样机体积小、重量轻、操作灵活、方便；测量数据显示直观、易懂；采用 MEMS 传感器完成了待连接法兰初始位姿检测，通过分布式测量检测和数据融合技术，实现了对安装不确定度的补偿，提高了测量精度。海上实际现场测试表明，该试验样机能够在水下完成回接位置精确测量，并且各项性能指标达满足设计要求。

项目成熟情况

技术成熟。

应用范围

深水海管水下回接作业。

10. 水下金刚石绳锯机

项目概述

该项目是“十五 863 重大项目”子项目，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，已获授权发明专利 3 项。

项目成熟情况

技术成熟，可进入试生产阶段。

应用范围

水下金刚石绳锯机用于切割钢基材料的海底管道和钢基结构物。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。

11. AUT 检验设备试验样机

项目概述

海洋石油工程股份有限公司 863 计划“深水海底铺设技术”哈尔滨工程大学子课题五课题组研制的 AUT 检验设备试验样机相控阵超声基元数为 64；采用 A 扫、D 扫、带状 B 扫、扇扫及 TOFD 等扫描方式。采用集成化微型机头超声数据处理和远距离全数字总线型超声数据传输方式，使系统微型化，可靠性高，无传输衰减，线缆结构更简单。海上实际现场测试表明，各项性能指标满足设计要求。

项目成熟情况

技术成熟。

应用范围

深水海管水下回接作业。

12. 潜油电泵井下多元测试仪

项目概述

潜油电泵是石油开采的重要装备，井下多元测试仪是在线监测潜油电泵工作状态的监控设备。井下多元测试仪长时间工作在 1km 或更深的油井中，高温、高压、振动等恶劣工作环境严重影响着机组的安全与高效运行。研究潜油电泵井下状态监测技术对提高潜油电泵采油技术水平，形成具有自主知识产权的潜油电泵技术和产品具有重要的研究意义和实用价值，目前已在二台试验井上进行测试。

主要技术指标：

泵入、出口压力：0~40MPa，精度：0.1%；

泄漏电流：0~25mA，精度：0.1%；

井下环境温度：0~85℃，精度：1%；

电机温度：0~125℃，精度：1%；

X、Y向机组振动：0~8g，精度：5%。

潜油电泵井下多元测试仪属哈尔滨工程大学自主研发的项目，具有自主知识产权，2007年获黑龙江省科技进步二等奖。

项目成熟情况

具有样机，技术成熟。

应用范围

井下状态监测领域。

13. 三端式磁通门罗盘传感器

项目概述

三端式磁罗盘传感器用来指示传感器标示方向与地磁场磁北之间的偏角，用于指示确定方位。三端式磁方位传感器是以两个双轴正交的磁通门为敏感元件测量地磁场的，通过测量地磁场在两个正交方向上的磁通门X、Y方向的分量，经过反正切函数计算出磁罗盘传感器指示方向与地磁北的偏角。为使传感器在倾斜状态下能保证精度，传感器内部装有精密万向环来保证磁通门始终处于水平状态。该成果于2012年获得黑龙江省科技进步二等奖。

磁罗盘传感器在腔体倾斜10°情况下，保持如下技术指标：

磁罗盘传感器测量范围：0 ~ 360°；

磁罗盘传感器精度：≤0.5°；

工作温度：-20 ~ 55℃；

输出信号：0 ~ 5VDC范围内(双路直流)；

电源：±12VDC。

该传感器具有体积小、精度高的特点。已经成功应用于工程实践中，外型尺寸可按用户要求制作。

该项目荣获2012年黑龙江省科技进步二等奖。该项目属于国家“十二五”规划中信息化科技工程，项目产品的发展方向完全符合国家“十二五”规划中对信息产业指导原则与目标取向。该项目的完成将填补我国在水下导航领域的空

白，增强我国装备国产化的能力。

项目成熟情况

该项目自 2002 年开始批量生产，技术成熟，随整机出口到巴基斯坦等国，达到了国内领先水平。

应用范围

磁罗盘传感器属于一种新型的电子传感器，可广泛应用于卫星、飞机、导弹、移动目标、勘探和探测等需要定向导航技术领域，具有广阔的发展前景。