

# 教育部工程研究中心评估总结报告

(2017 年 1 月——2021 年 12 月)

工程中心名称：高压过程装备与安全

所属技术领域：机械与运载工程

建设时间：2009

依托单位：浙江大学

主管部门：教育部

中心负责人：郑津洋

联系电话：13858104676

电子邮箱：jyzh@zju.edu.cn

通信地址与邮编：杭州市浙大路 38 号浙大玉泉校区  
教四 101, 310012

## 1 摘要

高压过程装备与安全教育部工程研究中心聚焦清洁能源、国防军工和流程工业的国家重大需求，在高压过程装备与安全的基础研究、研究开发、产品创新、技术辐射、成果产业化和军民融合等方面开展了卓有成效的工作，建成了高压储输装备零部件测试、高压动力装备零部件测试、高压过程装备控制与安全测试等多个国际先进的测试平台，凝练了高压储输装备、高压动力装备、高压过程强化、高压过程装备控制与安全等 4 个特色鲜明的研究方向。

高压过程装备与安全教育部工程研究中心凝聚了一批基础研究、工程化、产业化开发能力强的多学科交叉科研团队。近 5 年内，中心**新增中国工程院院士 1 名、浙江省特级专家 1 名、国防卓越青年科学基金获得者 1 名、教育部青年长江学者 1 名、教授/研究员 4 名、副教授/副研究员 4 名**，并且成员新增选为全国氢能标准化技术委员会副主任委员、中国机械工程学会压力容器分会主任委员、国际标准化组织氢技术委员会（ISO/TC97）副主席、国际氢能协会规范标准专委会（IAHE-CSD）主席、中国机械工程学会常务理事等高压过程装备与安全领域的重要岗位或职务，初步形成了能够代表我国高压过程装备技术水平、具有国际影响力的科研团队。为清洁能源（氢能）、国防军工和化工领域等相关领域与行业培养了一批科学研究、技术开发与工程管理等系列高素质人才，其中博士后 8 名、博士生 57 名、硕士生 160 名，支撑相关学科与领域的发展。

近 5 年来，工程中心建筑面积由建设完成时 1360 m<sup>2</sup>增加至 4065 m<sup>2</sup>，自研高压零部件试验装置、高速零部件测试装置、水下零部件测试装置等系列特色鲜明的高压过程装备与安全测试设备，累计固定资产超 5000 万元。

依靠上述人才队伍与能力建设，中心聚焦清洁能源（氢能）、国防军工和化工领域的国家重大需求，与合肥通用机械研究院、中国特检院和中船重工集团下属研究所等国家重点院所等建立了紧密合作关系，开展产学研合作研究开发工作。与浙江省特种设备检测研究院、杭氧股份等 12 家单位共建工程研究中心，在巨化集团公司、神华新能源有限责任公司、中国国际海运集装箱（集团）股份有限公司、山东东宏管业股份有限公司等 15 家单位建设成果转化基地。承担了国家重点研发计划项目、国家 973 计划项目、国家自然科学基金、国防预研和超千万

元重大横向课题在内的大量课题，近 5 年累计到账科研总经费 44016.8 万元，年均科研经费约 8800 万元。

在上述国家与企业科研项目的支持下，开发积累了一批具有自主知识产权的核心技术，在解决国民经济建设和国防安全的若干重大问题中发挥了关键作用，解决了氢能高压储输、大功率高压水下推进、高压泵减振降噪、高压装备安全保障、深冷容器轻量化、高压装备节能与控制、高压装备减温减压、高压反应器放大等 8 项产业化关键技术问题，开发了钢制全多层高压储氢容器、轻量化深冷容器、钢丝缠绕增强聚乙烯复合管、高压切焦泵、海水淡化泵、高压液氨泵、高压注水泵、水下推进泵、大功率高压瞬态泵、往复压缩机气量调节系统等一批高新技术产品，并实现了产业化，产生了显著的经济和社会效益。

近 5 年内，中心成员获省部级以上科研成果奖励 13 项，其中“重型压力容器轻量化设计制造关键技术及工程应用”与“氢气规模化提纯与高压储存装备关键技术及工程应用”两项成果获**国家科技进步二等奖**、“高性能非金属管道设计制造关键技术开发及应用”与“高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术研发及应用”两项成果获**浙江省科技进步一等奖**；获授权国家发明专利 150 余项，其中发明专利“容器应变强化系统及其所生产的奥氏体不锈钢低温容器”获**中国专利优秀奖**；实现了钢制全多层高压储氢、车载高压储氢气瓶、超高压容器、深冷容器轻量化技术等 **10 多项自主核心技术的标准化**，牵头/参与制定国际标准、国家标准、团队标准共计 33 项，其中高压储输装备领域的重要标准《超高压容器》（GB/T 34019-2017）获得国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会颁发的**中国标准创新贡献奖二等奖**。发表 SCI 收录论文 300 余篇，主要在 International journal of hydrogen energy、International journal of heat and mass transfer、Thin-walled structures、Composite structures、Composites Part A - Applied science and manufacturing 等高压过程装备与安全的主流期刊上发表，此外，中心在培育研究方向上也在基础研究方面取得一定成果，包括 17 级博士生周方浩同学关于自驱动软体机器人运动机制的研究工作以共同一作在 Nature（IF=43）上发表，并被选为 2021 年 3 月的 Nature 封面文章，17 级博士生杨晨静同学关于 3D 打印仿生材料系统的研究工作以一作在 Advanced Materials（IF=31）上发表。

综上所述，中心在科学研究、技术开发、人才培养、成果转化、标准制定等

方面取得系列成果，已成为在国内外具有重要影响的高压过程装备研发与工业应用、技术标准制定、创新人才培养的基地，在解决国民经济建设和国防发展的若干关键问题中发挥了重要作用。

## 2 评估期基本情况概述

近 5 年来，高压过程装备与安全工程研究中心聚焦清洁能源（氢能）、国防军工和化工领域的国家重大需求，进一步明确了中心在高压储输装备、高压动力装备、高压过程强化、高压过程装备控制与安全等方面的特色与优势，以解决国际前沿性问题和行业共性核心技术难题为目标，开展应用基础、关键技术、检验检测、规范标准和产业化研究，培养行业拔尖科研人才和工程技术人才，支撑相关领域的发展。

在高压储输装备方面，郑津洋院士领衔的团队针对我国压力容器的大型化和重型化过程中的材料消耗大、加工能耗高及失效模式和机理不清等突出问题，攻克了材料许用强度调整、高强钢性能调控、新结构开发、应变强化工艺等难题，建立了一套轻量化的可靠性设计制造共性技术方法，突破了国产材料许用强度评价等关键技术，解决了国产材料适用判据、基于低温性能的结构强度设计、应变强化工艺优化和控制等难题，研制出轻量化深冷储运容器（最大容积 550m<sup>3</sup>，节材 25~45%）。上述研究工作建立的重型容器轻量化的可靠性设计制造共性技术方法，有力推动了我国压力容器绿色设计技术进步，提高了我国压力容器设计制造技术水平和企业产品国际竞争力，取得了显著的经济社会效益，郑津洋院士以第一完成人的成果“重型压力容器轻量化设计制造关键技术及工程应用”获 2017 年度国家科技进步二等奖。

针对大容量高压储氢容器研制面临的高压氢气环境氢脆检测评价和防控、高安全低成本大容量储氢高压容器设计制造、储氢高压容器氢损伤无损检测和评价等难题，郑津洋院士带领团队通过产学研用联合攻关，发明 140MPa 材料高压氢气环境氢脆原位检测装置，独创钢带错绕式全多层储氢高压容器技术，设计并主持研制出系列大容积储氢高压容器，发明内置曲面耦合超声相控阵检测方法，解决储氢高压容器氢损伤现场检测难题，率先研制成功大容量高压储氢装备，实现



了关键核心装备的自主可控、批量生产,以及相关国际国内标准从无到有的突破。研制成功的世界最大容积 98MPa 储氢高压容器、我国首台 70MPa 车载碳纤维全缠绕铝内胆高压氢气瓶等系列产品,在上海汽车集团自主品牌氢燃料电池乘用车项目、日本丰田公司在华首座加氢站建设、北京奥运会氢能示范项目等工程中发挥了重大作用,满足了我国氢能产业的发展需求,推动了我国大容量高压储存技术跨入世界领先行列。郑津洋院士以第一完成人的成果“氢气规模化提纯与高压储存装备关键技术及工程应用”获得 2020 年度国家科技进步二等奖。

在高压动力装备,洪伟荣教授与宣海军研究员领衔的高速旋转机械研究团队承接了各类航空发动机转子超转破裂、低循环疲劳、机匣包容等定型试验的能力,已形成设备设计、试验测试、仿真计算分析等在内的综合服务能力。团队在两机专项等重大专项支持下,突破航空发动机中各类叶片可控飞脱试验技术、轮盘可控破裂包容试验技术、机匣高温包容试验技术、轴向包容试验技术、整机转子包容试验技术等关键试验技术,建设 9 套试验器,试验件最大直径可达 2m,最大重量可达 2.0 吨,最高转速 25 万 r/min,是国内试验能力最强和试验设备最为齐全的实验室,可进行转子超转、破裂、应变测量、低循环疲劳、旋转条件下涡轮叶片高低周复合疲劳等试验,技术水平国内领先、国际先进。解决了西安陕鼓动力股份有限公司、沈鼓、大连机车等单位引进的国外设备不能解决的大型、高速、大变形叶轮的超速试验;完成下一代高推比发动整体叶盘的超转破裂试验;完成 CJ1000AX 验证机高压涡轮盘和高压压气机盘的超转破裂试验;完成某涡轴发动机改性产品全部轮盘的低循环疲劳定型试验,为其进高原应用提供保障;在国内较早开展航空发动机轮盘 LCF 寿命与损伤容限分析方法研究,为解决我国“心脏病”问题及研制先进航空发机研制贡献力量。同时,实验室还参与完成我国新一代液氢液氧火箭涡轮发动机叶轮强度测试,30MW 舰用燃气轮机国产化轮盘强度的结构优化和试验验证工作。近 5 年来每年完成各类转子的超转和破裂试验数百次,各类转子低循环疲劳试验循环数十万次,完成各类机匣包容试验数十次,到校科研经费近 2 亿元,成果获得中国航空学会科学技术三等奖和上海市航空学会科学技术一等奖。

在高压过程强化方面,针对油气输送、海洋资源开发、核电等国家重大工程中应用的非金属管道性能预测困难、设计制造依赖经验、检测方法缺失等问题,

郑津洋院士带领团队提出了复合管性能预测及基于寿命的优化设计方法，形成该产品的学术著作《钢丝增强聚乙烯复合管》；研制成功面向超大流量输送、强不均匀磨损、大弯曲变形等应用的非金属管道新产品；牵头制定了非金属管道产品及检测评价系列国家标准，为保障城市燃气、核电站等非金属管道的设计制造与安全应用提供了关键技术支撑。郑津洋院士以第一完成人的成果“高性能非金属管道设计制造关键技术开发及应用”获得了 2019 年浙江省科技进步一等奖。

吴大转教授带领的低噪声泵团队近 5 年来在国防军工重大需求驱动以及相关国防项目的支持下，在低噪声泵技术研究与应用领域初步形成了泵和风机的“低噪声”特色。承担了舰船低噪声泵研制任务，带领团队成功解决多个型号泵组噪声问题，获得机关、基地及研究院所的肯定，某关键泵组的振动技术指标明显优于美国军用标准，并优于采用国外技术的同规格竞优产品，技术被国内舰船低噪声泵研制生产企业大量使用，研发的产品已用于多个常规与核潜艇重点型号。空间低噪声高压微泵技术以第二单位完成的“复杂使役环境下卫星推进剂高效利用关键技术及装备”项目由中国机械工业联合会组织鉴定，总体成果达到国际先进水平，其中“高效低噪声空间微泵”技术指标达到国际领先。成果“低噪声高速微型泵的研究开发与工业应用”获浙江省科技进步三等奖。

高压过程装备控制与安全，许忠斌教授领衔的团队针对压铸模具关键部件在高压、高速、高温等极端工作环境下易出现损伤和疲劳失效，镁合金压铸模具在精密成型过程中难以稳定而需保持高真空环境等技术难题，提出新型压铸模具模拟试验方法和高真空模具的多目标优化设计方法，发明了压铸模具冷却过程模拟试验机和模具材料试件热疲劳试验装置，开发了压铸模具智能化预测性维护技术，建立基于案例推理的压铸模具预测性维护系统，解决了极端条件下模具热疲劳的预测和延寿难题，实现大型车用和航天模具温度场优化设计和精准调控。许忠斌教授以第一完成人完成的成果“高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术研发及应用”获得了 2019 年浙江省科技进步一等奖。

针对精密铸件和复杂注塑件模具的轻量化和智能化发展需求，许忠斌教授团队研制了一系列高端轻量化车用和航天结构模具及其成套设备，产品技术达到了国内外同领域先进水平，成型机械和模具技术广泛应用于国际一流品牌及制造业产品，取得了显著的经济与社会效益。许忠斌教授以第一完成人的成果“高端轻

量化模具设计试验与智能控制关键技术及产业化应用”获**2021 年中国发明协会**创新创业奖一等奖。

针对国产蒸汽减温减压阀组普遍存在着出口温度/压力调节精度低、气动噪声大和响应速度慢等诸多问题，金志江教授团队在国家自然科学基金、浙江省重点研发计划等项目支持下，开发了面向高负荷大扰动蒸汽减温减压阀组的高精度、低噪声和快响应等方面的一系列关键技术，研制了高负荷大扰动蒸汽减温减压阀组系列产品，并实现工程化应用。成果经机械工业联合会成果鉴定委员会鉴定为“打破了国外的技术垄断和封锁，总体技术达到国际先进水平，其中蒸汽温度和压力精确调节方法、蒸汽动态降噪技术居国际领先水平”。

赵永志教授负责的离散单元建模与仿真团队针对目前 DEM 缺乏普遍适用的高精度非球形颗粒模型的问题，建立了基于球类模型、超椭球类模型、多面体类模型的组合型 DEM 模型并开发了稳定、高效的非球形 DEM 并行算法，构建了一种基于非结构化网格的非球形颗粒 CFD-DEM 耦合模型和算法，提出了基于颗粒切向撞击能的设备磨损和颗粒磨损模型。开发了一套基于离散单元法的通用 CAE 软件 DEMSLab 并成功推广，已在国内外学术及产业界得到广泛应用。

### 3 评估期间工作业绩

#### 3.1 产业重大技术突破、共性关键技术供给、自主知识产权成果及其水平，各研究方向标志性技术成果、水平和工程应用与效益

压力容器是具有潜在泄漏和爆炸危险的承压类特种设备，广泛用于煤炭、石油化工、天然气等能源工业领域。近年来为提高效率、降低成本，能源工业装置压力容器不断向重型化方向发展，最大壁厚达数百毫米、重量超千吨。压力容器重型化不仅导致我国每年耗钢数千万吨的材料消耗、加工制造困难或甚至超出现有设计制造能力，重型化压力容器的失效模式和机理不清，且可能存在大的安全事故隐患，致使我国大型加氢反应器、大型换热器、深冷储运容器等重型压力容器不但自重大、耗材多、产品缺乏国际竞争力，而且寿命低可靠性差，难以满足重大工程建设需求。因此，如何在确保本质安全的前提下实现重型压力容器的轻量化，已成为突破现有能力瓶颈、实现节材节能的迫切需求。

郑津洋院士领衔的研究团队攻克了材料许用强度优化、高强钢性能调控、新结构开发、应变强化工艺等难题，建立了一套轻量化的可靠性设计制造共性技术方法，实现了重型压力容器轻量化的国产化，突破的产业重大技术情况如下：

（1）开发出苛刻环境压力容器安全性能测试装置，系统研究了材料许用强度系数调整对重型压力容器失效模式和损伤机理的影响，建立了一套轻量化的可靠性设计制造共性技术方法，相关成果被国家技术标准采纳，为国家安全技术规范节材设想有效实施提供了关键技术支撑。

（2）针对石油化工装置大型加氢反应器，采取低合金高强度钢、合理提高许用应力的途径实现轻量化，突破了国产材料许用强度评价、基于寿命的高温强度设计、焊接热处理工艺控制等关键技术，研制出轻量化加钒钢制大型加氢反应器（最大直径 5500mm，壁厚减薄近 20mm，节材 5~10%）。

（3）针对低温深冷储运容器，通过奥氏体不锈钢低温强化和应变强化实现轻量化，解决了国产材料适用判据、基于低温性能的结构强度设计、应变强化工艺优化和控制等难题，研制出轻量化深冷储运容器（最大容积 550m<sup>3</sup>，节材 25~45%）。

以上述工作为基础，获授权发明专利 20 项、软件著作权 2 项，发表论文 120 篇，成果“重型压力容器轻量化设计制造关键技术及工程应用”获得 **2017 年国家科技进步二等奖**。

氢能是能源转型的重要方向，发展氢能已成为我国保障能源安全、实现“双碳”目标的战略选择。储氢是氢能产业链的关键环节之一。氢气易燃易爆且易引发材料氢脆，安全高效储存高压氢气是氢能发展面临的世界性难题。围绕大容量高压储氢容器研制面临的高压氢气环境氢脆检测评价和防控、高安全低成本大容量储氢高压容器设计制造、储氢高压容器氢损伤无损检测和评价等难题，郑津洋院士领衔的团队攻克了高压氢气动密封等关键技术、独创钢带错绕式全多层储氢高压容器技术、发明内置曲面耦合超声相控阵检测方法，研制出系列高安全低成本大容量储氢高压容器，应用于氢能高压储运设备全行业，突破的产业重大技术情况如下：

（1）发明了高压氢气环境材料性能测试系列技术，成功研制 140MPa 快开式高压氢脆原位检测装置，在高压氢气环境中直接获得了材料抗氢脆性能，揭示

了冲压、焊接、热处理等制造工艺对储氢装备高压氢脆的影响机制，建立了国产金属材料高压氢脆数据库，提出了高压临氢材料技术要求和装备抗氢脆制造要求，牵头制定了相关国家标准，解决了高压氢脆原位检测及其评估难题；

(2) 采用抗氢脆薄内胆全多层技术解决了氢脆防控难题，提出基于失效模式的储氢高压容器抗氢脆设计方法，发明内置式曲面耦合超声相控阵氢损伤检测技术，解决了大容量超大壁厚高压储氢容器缺陷检测难题；

(3) 开发出高性能低成本大容积全多层储氢高压容器，实现了高压氢气安全经济规模储存，成功研制出用于商用加氢站的全球最大 98MPa 储氢高压容器、国内首台用于氢燃料电池汽车的 70MPa 车载碳纤维全缠绕铝内胆高压氢气瓶。

研究成果获授权发明专利 31 件，牵头制定国家标准 10 项，参与制定国内外规范标准 30 项，并在北京奥运会和冬奥会氢能交通示范、日本在华首座加氢站建设等工程中发挥了关键作用，使我国储氢容器压力从 35MPa 跃升至 98MPa，并成为国际上自主设计制造最大单台容积达到 1m<sup>3</sup> 的 98MPa 储氢容器的国家。成果“氢气规模化提纯与高压储存装备关键技术及工程应用”获得 **2020 年度国家科技进步二等奖**。

许忠斌教授团队主持研发的高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术，提出了差动传动微型注塑机的微量注射方法，创造性的将注射系统与差动螺旋原理相结合，解决了微注塑过程中难以控制微小注射量以及控制精度的问题。经浙江省机械工程学会验收组鉴定，研究成果达到了国际同类研究的领先水平。项目研制的装备产品全部经过国家权威部门检测达到国家标准，且高效精密注塑机与传统液压机对比整机节能达到 45%-65%，位置控制精度 0.01mm，制品质量重复精度 0.1%，开模重复定位精度 0.03mm，顶出定位精度 0.01mm，绿色节能高效微注塑机注射压力 240MPa，实现对注射速度和压力的闭环控制，注射速度 304mm/s；温控精度 ±0.5℃。研究成果创新性强，实施效果好，部分成果已应用到国际一流品牌和制造业产品。近三年新增销售额 11.3 亿元，出口创汇 1.45 亿元，取得了显著的经济与社会效益。成果“高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术研发及应用”获得了 2019 年 **浙江省科技进步一等奖**。

强腐蚀、大变形、高压等极端服役条件管道在海洋资源开发、油气输送、核电等国家重大工程建设中发挥着不可替代的关键作用。以聚烯烃及其复合管为

代表的非金属管道耐腐蚀、柔性好，但其性能预测困难，设计制造依赖经验，检测方法缺失，难以满足极端服役条件的应用需求，亟待突破。郑津洋院士带领团队通过“优设计”，提出了复合管性能预测及基于寿命的优化设计方法，形成该领域学术著作《钢丝增强聚乙烯复合管》，实现了复合管设计由基于经验向基于理论的跨越；通过“调性能”，研制成功面向超大流量输送、强不均匀磨损、大弯曲变形等应用的非金属管道新产品；通过“建标准”，牵头制定了非金属管道产品及检测评价系列国家标准，为保障城市燃气、核电站等非金属管道的设计制造与安全应用提供了关键技术支撑。成果在港珠澳大桥输水工程、新疆罗布泊盐田采收、三门核电工程等国家重大工程中全面推广应用，打破了国外对极端服役条件下高性能非金属管道的垄断地位，经济社会效益显著。成果“高性能非金属管道设计制造关键技术开发及应用”获得了 2019 年浙江省科技进步一等奖。

许忠斌教授团队主持研发的高端轻量化模具设计试验与智能控制关键技术，通过技术鉴定，项目成果总体达到了国际先进水平，其中真空轻量化模具的多目标优化设计技术、新型压铸模具模拟试验技术和智能模温调控技术达到了国际领先水平。研究成果成功应用于多家汽车，通讯，航天，照明，电气及大型铝镁合金压铸生产制造企业的模具及相关产品。其中高强度航天结构件模具，用于美国某公司卫星支架的生产。模具尺寸公差 0.002mm 以内，型腔控制点温度在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$  以内。模具最高累计打模约 20 万模次，生产过程中顶杆，滑块等滑动件可连续打模 11000 模次，产品合格率达 99%以上，生产效率提升 30%以上。经检测技术性能符合相关标准，用户使用反馈良好，取得了显著的经济和社会效益。成果“高端轻量化模具设计试验与智能控制关键技术及产业化应用”获 2021 年中国发明协会创业创新奖一等奖。

### 3.2 工程化典型案例实施进展，对产业技术进步与核心竞争力的提升作用、影响与效益贡献

基于“重型压力容器轻量化设计制造关键技术及工程应用”成果开发的重型压力容器已在中石化洛阳工程公司等压力容器设计企业，中国一重、中国国际海运集装箱等装备制造企业，广西石化、云南石化、天津渤化永利、山东兖矿等 40 多家石油化工、煤化工、精细化工、燃气用户企业应用，为国家重大工程建

设提供了轻量化的重大技术装备。以国内目前最大规模的广西石化 400 万吨/年渣油加氢脱硫装置为例，其核心设备为 10 台  $\Phi 5200\text{mm}$  的 2.25Cr1Mo0.25V 锻焊式加氢反应器。通过应用本研究成果在广西石化率先实现了加氢反应器轻量化，节材 5-10%，节材约 1000 吨，创造了良好的经济社会效益。

基于“氢气规模化提纯与高压储存装备关键技术及工程应用”成果开发的高性能低成本全多层储氢高压容器，由浙江巨化装备工程集团有限公司独家批量制造，已形成 2 大系列 8 个规格产品，在国家能源集团江苏如皋加氢站、丰田常熟加氢站、北京冬奥会加氢站等二十余座加氢站或实验室成功应用，使我国成为国际上自主设计制造最大容量 98MPa 储氢容器的国家（单台容积达到  $1\text{m}^3$ ），打破了国外垄断，是为数不多的实现自主生产的加氢站核心部件；此外，发明的 140MPa 材料高压氢气环境氢脆原位检测装置和技术解决了浙江蓝能、上海南亮等企业储氢装备研发过程中材料关键临氢数据长期缺乏的难题，为企业实现六大规格、百套无缝式储氢装备的产销提供了重要支撑，实现了我国 50MPa 级无缝式固定式储氢容器的自主生产，目前已在国内加氢站大范围应用，为我国加氢站快速发展提供了重要支撑。

基于“高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术研发及应用”成果开发的高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术，打破了精密注塑和微注塑成型工艺技术及模具等配套设备长期依赖进口的局面。高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术的应用推广，经济与社会效益显著。据市场调查预测，国内精密注塑生产设备年需求在 500-1000 台套，如果采用进口则折算成人民币约 8-10 亿元的销售额，正在崛起的东南亚市场年需求也在 200 台以上，另通过高效精密注塑机技术，派生开发满足通讯、电子、医疗器材、汽车制造以及防伪产品、血液分离及检测、光学镜片、精密粉末冶金注射成型、精密陶瓷注射成型等高性能的产品专用设备，替代目前昂贵的同类国产进口，带来相关经济效益超过 10 亿元人民币。其次，促进相关零件配套供应，在本地区形成具有年产值 15 亿元规模的产业群，创造地方经济新的增长点。

高端轻量化模具设计试验与智能控制关键技术项目成果，经承担单位推广应用至浙江、广东等地的汽车、通讯、航天、电气及大型铝镁合金压铸专业厂，近三年承担单位累计新增销售额 3000 余万元。成果的广泛应用和推广满足节能减

排和节约型社会发展需求，可进一步挖掘我国汽车轻量化技术的潜力，提升我国汽车产品的市场竞争力。此外，项目所属模具行业属于技术密集型产业，解决社会就业作用明显，模具行业及其下游制造业可增加就业人数 300 人以上。模具行业生产集中的地区位于乡村等民营企业，项目先进技术的推广，将带动民营企业的进步和乡村经济的发展，形成协同联动的创新发展典范。

基于“高性能非金属管道设计制造关键技术开发及应用”成果研发了多种钢丝错绕增强聚乙烯复合管（PSP）新产品，使高参数 PSP 的工程压力从 1.0MPa 提升至 3.5MPa，公称直径从 400mm 提升至 800mm，发明了高精度的冷焊检测方法，牵头制定了聚乙烯管道电熔接头无损检测与安全评定的国家标准，支撑并推动了 PSP 成为我国产量和用量最大的复合管。

高速旋转机械研究团队在高速旋转试验器设计研发、航空发动机转子结构完整性试验技术和设计方法等方面的工程化技术成果广泛服务于相关行业。其中，团队开发的各类高速旋转试验器在化工、船舶、航空航天等多个行业的企业、科研设计院所和高校中应用，为相关行业提供了试验验证平台。团队在航空发动机转子结构完整性试验技术和设计方法方面的研究成果和技术已应用服务于各类在役、在研和预研产品，填补了多项技术空白，为航空发动机相关产品提高结构安全性和可靠性提供重要技术支撑。

在高负荷大扰动蒸汽减温减压阀组关键技术及应用方面，成果核心技术及产品应用于“XXX 号”大型水面舰船、蒸汽弹射样机和 20 多家电厂的超超临界发电机组，实现了高负荷大扰动蒸汽减温减压阀组关键技术的重大突破，对于推动减温减压技术与装备的科技进步、保障我国的国防安全 and 国家重大工程的顺利进行具有十分重要的经济和社会意义。

### **3.3 工程化技术成果转移、转化、辐射、扩散情况及其对行业、区域发展影响力，主持或参与制定国家及行业技术标准与规范情况，对创新驱动发展、经济转型升级的作用与贡献**

中心与合肥通用机械研究院、中国特检院和中船重工集团下属研究所等国家重点院所，以及相关大型国有企业、跨国企业、民营企业建立了紧密合作关系，开展产学研合作研究开发工作。与浙江省特种设备检测研究院、杭氧股份、浙江



科尔泵业股份有限公司、中船重工 705 所昆明分部等 12 家单位共建工程研究中心，在杭氧股份、神华新能源有限责任公司、中国国际海运集装箱（集团）股份有限公司、巨化集团公司、中国石油天然气管道科学研究院、山东东宏管业股份有限公司、杭州大路实业有限公司等 15 家单位建设成果转化基地。通过建设并依托浙江省过程装备与安全重点科技创新团队、浙江省流程工业高效节能技术与绿色装备重点科技创新团队、浙江大学高压过程装备与安全重点科技创新团队，创建全国气瓶标准化技术委员会车用高压燃料气瓶分技术委员会、国际氢能协会规范标准分会，具有压力容器分析设计资质，是浙江省技术标准综合研究基地、中国机械工程学会压力容器分会设计委员会挂靠单位、浙江省特种设备与能源环保计量行业技术创新服务平台的核心成员单位，实现研发成果向行业头部企业转移与转化，并以点带面，辐射到整个行业，从而提升整个行业的高压过程装备与安全的技术水平。

近 5 年，主持或参与制定国际、国家及行业技术标准与规范 33 项，在解决国民经济建设和国防安全的若干重大问题中发挥了关键作用，解决了氢能高压储输、大功率高压水下推进、高压泵减振降噪、高压装备安全保障、深冷容器轻量化、高压装备节能与控制、高压装备减温减压、高压反应器放大等 8 项产业化关键技术问题，开发了钢制全多层高压储氢容器、轻量化深冷容器、钢丝缠绕增强聚乙烯复合管、高压切焦泵、海水淡化泵、高压液氨泵、高压注水泵、水下推进泵、大功率高压瞬态泵、往复压缩机气量调节系统、对二甲苯液相空气氧化反应器等一批高新技术产品，并实现了产业化，产生了显著的经济和社会效益，破解了我国多种高压过程装备与安全技术依赖进口的局面，其中全多层储氢高压容器等国产装备主要技术指标达到国际领先水平。

主持或参与制定国际、国家及行业技术标准与规范如下：

**国际标准：**

- 1) Safety of pressure swing adsorption systems for hydrogen separation and purification(变压吸附提纯分离氢系统安全要求) ISO/TS 19883 Mar-17

**国家标准：**

- 2) 超高压容器 GB/T34019-2017 2017/7/12
- 3) 加氢站用储氢装置安全技术要求 GB/T 34583-2017 2017/10/14

- 4) 小型燃料电池车用低压储氢装置安全试验方法 GB/T 34544-2017  
2017/10/14
- 5) 氢气储存输送系统 第1部分：通用要求 GB/T 34542.1-2017 2017/10/14
- 6) 车用压缩氢气天然气混合燃气 GB/T 34537-2017 2017/10/14
- 7) 氢氧发生器安全技术要求 GB/T 34539-2017 2017/10/14
- 8) 加氢站安全技术规范 GB/T 34584-2017 2017/10/14
- 9) 燃料电池发动机氢气排放测试方法 GBT 34593-2017 2017/10/14
- 10) 燃料电池电动汽车 加氢枪 GB/T 34425-2017 2017/10/14
- 11) 固定式真空绝热深冷压力容器 第7部分：内容器应变强化技术规定  
GB/T 18442.7-2017 2017/11/1
- 12) 车用压缩氢气铝内胆碳纤维全缠绕气瓶 GB/T 35544-2017 2017/12/29
- 13) 燃料电池电动汽车 氢气消耗量 测量方法 GB/T 35178-2017 2017/12/29
- 14) 氢气储存输送系统 第2部分：金属材料与氢环境相容性试验方法 GB/T  
34542.2-2018 2018/5/14
- 15) 氢气储存输送系统 第3部分：金属材料氢脆敏感度试验方法 GB/T  
34542.3-2018 2018/5/14
- 16) 燃料电池电动汽车燃料电池堆安全要求 GB/T 36288-2018 2018/6/7
- 17) 燃料电池电动汽车 安全要求 GB/T 24549-2020 2020/9/29
- 18) 燃料电池电动及汽车加氢口 GB/T 26779-2021 2021/3/9
- 19) 加氢站技术规范 局部修订 GB 50516 2021 年 05 月 01 日生效
- 20) 液氢生产系统技术规范 GB/T 40061-2021 2021/4/30
- 21) 液氢贮存和运输安全技术要求 GB/T 40060-2021 2021/4/30
- 22) 氢能汽车用燃料 液氢 GB/T 40045-2021 2021/4/30
- 23) 国家标准 燃料电池电动汽车 整车氢气排放测试方法 GB/T 37154-2018  
2018/12/28

**地方/行业/团体标准：**

- 24) 湖北省地方标准 多重增强钢塑复合压力管 DB42/T 1305-2017（湖北省  
地方标准） 2017/10/13
- 25) 湖北省地方标准 外定径钢骨架增强聚乙烯复合管材与管件 DB42/T

1378-2018（湖北省地方标准） 2018/7/19

- 26) 行业标准 管束式集装箱 NB/T 10355-2019 2019/12/30
- 27) 行业标准 长管拖车 NB/T 10354-2019 2019/12/30
- 28) 团体标准 移动式真空绝热深冷压力容器内容器应变强化技术要求 T/CATSI 05001-2018 2018/7/20
- 29) 团体标准 固定式高压储氢用钢带错绕式容器定期检验与评定 T/ZJASE 001-2019 2019/1/30
- 30) 团体标准 液化石油气高密度聚乙烯内胆玻璃纤维全缠绕气瓶 T/CATSI 02 005—2019 2019/9/30
- 31) 团体标准 加氢站储氢压力容器专项技术要求 T/CATSI 05003—2020 2020/2/25
- 32) 团体标准 车用压缩氢气塑料内胆碳纤维全缠绕气瓶 T/CATSI 02 007—2020 2020/9/30
- 33) 团体标准 固定式真空绝热液氢压力容器专项技术要求 T/CATSI 05006—2021 2021/12/1

在工业软件开发与应用辐射方面，中心的离散单元建模与仿真团队开发了基于离散单元法的工业 CAE 软件，在发表 100 余篇论文、建立 80 多种模型、编写 3000 多个函数和 50 万行 C/C++代码基础上开发了一套基于 DEM 的通用 CAE 软件 DEMSLab 并成功推广。软件于 2018 年 2 月推出面向市场的专业版及面向学术交流的社区版，为颗粒技术领域学术界及产业界提供技术服务，与国际上同类软件 Altair EDEM 和 Rocky DEM 同场竞争。通过不断的用户反馈与迭代升级，该软件目前已发展到 DEMSLab 5.0 版，已在国内外学术界及产业界得到广泛应用。拥有国内外用户 400 余家（含专业版及社区版），在核电装备、核燃料颗粒制备与分选、煤炭采选设备、设备节能与磨损防护、加氢站及车载储氢系统安全等领域的有较广泛的应用。

### **3.4 队伍建设及其水平，高层次创新人才培养质量及其在行业中的影响；带头人与团队水平对工程中心建设的贡献**

高压过程装备与安全教育部工程研究中心凝聚了一批基础研究、工程化、产

业化开发能力强的多学科交叉科研团队。目前，中心主任和学术带头人**为郑津洋院士**，中心副主任**为洪伟荣教授和吴大转教授**。在中心主任的带领下，工程中心围绕高压储输装备、高压源装备和高压装备控制与安全问题，组织了相应的研究团队，遴选了一批优秀的学术骨干，结合化工过程机械学科的建设，招聘了一批青年人才，形成了研究创新与工程化的固定科研队伍。

近5年内，中心**新增中国工程院院士1名、浙江省特级专家1名、国防卓越青年科学基金获得者1名、教育部青年长江学者1名、教授/研究员4名、副教授/副研究员4名**，并且成员新增选为全国氢能标准化技术委员会副主任委员、中国机械工程学会压力容器分会主任委员、国际标准化组织氢技术委员会（ISO/TC97）副主席、国际氢能协会规范标准专委会（IAHE-CSD）主席、中国机械工程学会常务理事等高压过程装备与安全领域的重要岗位或职务，初步形成了能够代表我国高压过程装备技术水平、具有国际影响力的科研团队。通过新增成员与原有遴选的成员的融合，目前共有固定成员**30人**，对应高压储输装备、高压源装备、高压过程装备控制与安全研究，已经形成极端承压设备、高压流体输送、高压过程装备控制与安全等方向的研究团队。每个方向的研究团队人员配置合理，可以承担从基础研究、技术开发到工程验证和产业化的相关研究开发任务。通过研究中心持续的人才队伍建设，在中心建设期间已经形成了由知名专家作为带头人，固定成员、工程师、实验员、博士后、研究生构成的研发队伍，面向极端过程装备、国防军工装备和新能源装备开展重大科学问题、关键技术和现实工程技术的研究与开发。中心瞄准国际科技前沿和国家建设重大需求，针对重点领域的高压过程装备与安全的关键技术问题进行选择性的突破，逐步建立、完善和集成了一些列研究和技术平台。为清洁能源（氢能）、国防军工和化工领域等相关领域与行业培养了一批科学研究、技术开发与工程管理等系列高素质人才，其中博士后**8名**、博士生**57名**、硕士生**160名**，支撑相关学科与领域的发展。

中心负责人郑津洋教授**2021年**增选为中国工程院院士，是**973计划**高压氢系统设计制造项目首席科学家。郑津洋院士在储氢高压容器、深冷压力容器、柔性高压复合管等方面，从理论、技术、标准、检测到产品研发和应用取得系统性创新成果，领衔的浙江大学高压过程装备与安全创新团队在高压储氢、输氢和氢安全方面取得了多项在国际上有重要影响的原创性研究成果，构建了包括超高压

氢环境材料试验装置在内的多套氢安全检测装置。牵头创建国际氢能协会规范标准专委会，担任国际氢能协会规范标准专委会主席、国际标准化组织氢技术委员会特聘顾问、全国氢能标准化技术委员会副主任、全国锅炉压力容器标准化技术委员会氢能承压设备标准化研究工作组组长，同时兼任氢冶金标准联合工作组顾问，第七届《压力容器》编辑委员会副主任委员，中国机械工程学会第十一届理事会理事，全国氢能标准化技术委员会副主任委员，中国机械工程学会压力容器分会主任委员，国家质检总局特种设备安全与节能技术委员会压力容器分委员会副主任，联合国氢燃料电池汽车安全工作组 UN/ECE/WP.29 HFCV-SGS 专家，国际标准化组织 ISO/TC197 氢能和 ISO/TC58 气瓶中国专家，中国机械工程学会常务理事等职。

郑津洋院士在研究总结半个世纪以来过程设备教学经验、充分吸收国内外相关教材优点的基础上，以知识传授、价值塑造和能力培养为建设目标，于 2001 年主编发行《过程设备设计》第 1 版，之后持续修订完善，目前已成为国家规划核心课程教材，并已出 5 版。其教学成果“过程装备设计核心课程创新建设与引领发展 20 年”获得 2016 年浙江省高等教育教学成果奖一等奖，核心课程“过程设备设计”被认定为首批省级一流本科课程，主讲的核心课程入选首批国家一流本科课程。目前《过程设备设计》已累计发行近 10 万册，被近 1200 篇学术论文他引（来自“中国知网”引文数据库）。使用高校有西安交通大学、天津大学、山东大学、四川大学、浙江大学等 110 所，覆盖全国 29 个省市自治区，选用率超 90%。该教材的广泛使用，培养了新一代的高压过程装备与安全的未来科技人才，对中国高压过程装备与安全技术的接班人培养发挥了重要作用。

### 3.5 对工程技术人才培养、人才培养及开放服务

工程技术人才培养方面，中心面向行业举办讲座和高级研修班，其中“压力容器分析设计技术”获批为国家级高级研修项目，高研班有来自全国各高等院校、科研院所、压力容器设计制造检测行业的各类企业共计 52 家单位 170 余人报名，最终确定了 88 名正式学员和 20 名旁听学员。这些学员来自国内 19 个省市自治区，其中正高级职称 11 人，具有博士学位的 13 人。清华大学固体力学专家陆明万教授和刘应华教授，国家质检总局首席专家寿比南研究员，浙江大学压力容器专家郑津洋院士和陈志平教授作为主讲教师，分别讲授了《塑性力学基础和极限

分析》、《压力容器安定分析和棘轮分析》、《压力容器分析设计技术进展》、《基于失效模式的压力容器分析设计》和《典型压力容器分析设计案例》等课程。考核通过的学员领取了由人力资源和社会保障部专业技术人员管理司颁发《专业技术人员知识更新工程高级研修项目结业证书》，得到了学员们的高度认可和评价。

人才培养方面，中心积极参与倡导和建设中国压力容器青年学者技术交流和自我展示的舞台，为中国压力容器压力管道行业的未来发展选拔领军人才。郑津洋院士在中国机械工程学会压力容器分会理事会发起四年一届的“中国压力容器优秀青年论文奖”，并由中国机械工程学会压力容器分会组织评审与表彰。郑津洋院士担任“中国压力容器优秀青年论文奖”评选委员会主席，施建峰教授担任评委会秘书长，负责组织参赛论文的收集、遴选、评审以及现场答辩，并参考美国机械工程师协会压力容器与管道分会学生论文竞赛评选办法为主起草了“全国压力容器学术会议优秀青年论文奖”评选办法，为中国压力容器与压力管道行业的青年人才选拔与培养的机制建设做出了贡献。目前已成功举办了三届全国压力容器学术会议优秀青年论文竞赛，共评选出一二三等奖的优秀青年论文竞赛获得者 30 余名，并形成了“全国压力容器学术会议优秀青年论文奖”评选办法，为该项赛事的规划化运行和行业青年人才的挖掘与培养打下基础。

在国际交流方面，为培养学生的“科研自信”“文化自信”，中心教师团队在认真指导学生完成科研工作的同时，每年资助学生参加各类高水平国际会议，让研究生在国际舞台上知己知彼，找到自己工作的定位。通过国际交流，让学生们切身体会浙江大学的科研条件、科研水平以及学生待遇已经媲美许多国际知名高校，同时也让他们了解中国高校和国际知名研究机构、大学的优劣势。对于从事压力容器与管道研究的学生，一年一度的美国机械工程师协会（ASME）的压力容器与管道（PVP）年会是本领域最权威、影响力最大的国际学术盛会。在 ASME PVP 中受邀做学生论文竞赛的现场报告的学生中，来自高压过程装备与安全教育部工程研究中心团队的学生累计入围 19 人次，占大陆地区院校入围次数的 28.3%。每年 ASME PVP 年会期间将颁布上一年度的 ASME Journal of Pressure Vessel Technology 期刊的最佳论文（Outstanding Technical Paper）。2018 年度 ASME Journal of Pressure Vessel Technology 期刊的最佳论文为：Viscoelastic and Damage Model of Polyethylene Pipe Material for Slow Crack Growth Analysis（作者：Yue

Zhang, Xiangpeng Luo, Jianfeng Shi), 论文第一作者为浙江大学化工机械研究所  
在读博士研究生张悦同学。ASME Journal of Pressure Vessel Technology 作为压力  
容器领域的国际顶级期刊, 每年评选 1 篇年度最佳论文, 在次年的 PVP 会议上  
宣布, 以表彰该年度期刊中最具创新性的论文成果。此次年度最佳论文是自 2006  
年以来又一次来自中国的获奖论文。

### 3.6 对学科建设支撑作用

在承担科研任务和研究成果方面, 中心近 5 年各类科研项目研究经费 4.4 亿  
元, 占浙江大学化工过程机械学科的 90%以上; 浙江大学化工过程机械学科近 5  
年获得的省部级奖励及其他国内外学术奖励均来自高压过程装备与安全教育部  
工程研究中心, 凸显了中心的团队建设和协同攻关对学科建设与发展的支撑作用。

在促进学科交叉方面, 高压过程装备与安全教育部工程研究中心整合浙江大  
学在动力工程及工程热物理、化学工程两个一级学科的优势力量, 围绕极端承压  
设备、国防军工装备和新能源装备国家需求, 承担了一批重要的国家任务和产学  
研合作开发项目, 在高压气态储氢、高压离心泵、高压压缩机节能、深冷容器轻  
量化、高压海洋模拟舱、快开门式高压烧结炉、高压氢安全等方面开展了卓有成  
效的创新工作, 掌握了一批具有自主知识产权的核心技术, 在解决国民经济建设  
和国防安全的若干重大问题中发挥了关键作用, 近 5 年获得国家和省部级科研奖  
励 13 项, 牵头或参与指定国际、国家、行业、团体标准 33 项, 培训了一批高压  
过程装备的科研和技术人才, 为学科的建设与发展提供了重要的支撑。同时, 中  
心积极推进高压过程装备与新能源、新材料的交叉, 发展高压过程装备新材料新  
工艺技术方向。例如, 通过能源、材料、机械与控制的交叉, 发展超长续航力的  
新能源、面向减振降噪的复合材料叶轮结构与工艺、面向动力装备减阻的表面微  
结构减阻材料等。目前已开展先进功能材料制造技术、基于微流控的过程动力装  
备的特殊减阻材料、用于流体控制的仿生材料等的研究工作。通过材料科学、化  
学、过程机械以及流体控制方向的交叉融合, 来引领流动控制与减阻领域的前沿  
技术和颠覆性技术的发展。同时还在大腔体超高压技术、纳米结构陶瓷材料的超  
高压制备、新型高端超硬材料的合成与精密加工工具的设计制造等方向开展研究,  
发展高压过程装备及其核心部件新工艺。

4 硬件条件运行情况与质量

4.1 研究方向及其相应实验技术平台配置情况

在高压储输装备方面，中心团队自研自制了高压氢环境零部件耐久性试验装置、140MPa 高压氢环境材料耐久性试验装置、140MPa 快开式高低温高压氢脆试验装置等，为相关研究提供了重要支撑。

(1) 高压氢环境零部件耐久性试验装置

该装置依托“多功能零部件气体疲劳试验系统”(ZL 2015 1 0412641.2)等发明专利研制而成”，是一套满足 UNGTR13《氢燃料电池汽车全球技术法规》和 ISO16111:2008《移动式气体储存设备-可逆金属氢化物储氢》要求，模拟实际使用情况，利用氢气对临氢部件（如截止阀、单向阀、低压储氢气瓶等）进行循环测试的系统，是国内首套并具有自主知识产权的试验装置。主要技术指标如下表所示：

内容	技术指标参数及描述
循环介质	99.99%及以上高纯氢气
测试频率	1) 高压临氢阀门（单向阀、截至阀）：2次/min； 2) 低压合金储氢瓶：1次/2min；
增压系统	压缩输出压力：90MPa（高压临氢阀门循环压力）；
温控系统	1) 最高温度：100℃； 2) 最低温度：-40℃。
控制和数据 采集系统	1) 压力测量精度：0.5%FS； 2) 温度测量精度：绝对误差为±0.5℃； 3) 氢气浓度测量精度：最小可分辨1PPM，精度为0.5%FS；

(2) 高压氢环境材料耐久性试验装置

该装置依托“测试高压氢气环境下材料耐久性的试验机”(ZL201110259252.2)，“自平衡的高压气体环境材料试验机加载装置”(ZL201110323614.X)，全自动超高压氢环境材料试验机吹洗置换及充氢系统”(ZL201310419801.7)、“多功能压差式高压氢与材料相容性的试验装置”(ZL201510349246.4)等发明专利研制而成，是一套具有自主知识产权国内首套可在高压（最高达 140MPa）氢气环境下进行材料慢应变速率拉伸试验、单轴疲



劳试验、断裂韧性测试试验和疲劳裂纹扩展试验的材料力学性能试验装置。该装置由高压氢气源、高压氢环境箱、加载装置和总控系统等组成，其试验能力居世界前三位。主要技术指标如下表所示：

内容	项目	技术指标参数及描述
高压氢环境箱	设计参数	最高工作压力：140MPa；最高工作温度：120℃； 2) 工作介质：氢气、氩气、氮气。
	加载杆	1) 承载能力：静态±150kN、动态±100kN；2) 行程位移±50mm。
氢气源	吹扫置换系统	置换结束后，系统内氧的体积分数不超过 0.5%。
	氢气压缩机	压缩机输出压力：≥140MPa；
加载装置	吨位	动态±100kN，静态±150kN，精度保证范围 1%-100%，检测精度 0.5%。
	加载频率和速度	1) 单轴拉伸，标距段的应变速率能达到 10 <sup>-7</sup> /s 级数； 2) 疲劳试验，频率范围为 0.001~10Hz；
	载荷传感器	测量精度：满程的±0.005%，或示值的+/-0.5% (1%到 100%的量程范围内)；
	试验模块	具有低应变速率拉伸试验模块、低周疲劳试验模块（LCT）、断裂韧性 KIC 和 JIC 模块和疲劳裂纹扩展试验模块（FCG），实现载荷、位移、应变等多种速率控制。

(3) 静载荷高压高温氢环境材料评价系统

该装置是研究材料在氢环境中性能必不可少的设备，基于自有专利技术“全自动超高压氢环境材料试验机吹洗置换及充氢”（ZL201310419801.7）等，研制了国内首个 140MPa 静载荷高压高温氢环境材料性能评价装置。本装置具有静载荷高温高压氢环境下材料性能评价科研教学实验的功能，可用于金属和非金属材料热充氢，温度范围 0~300℃，压力范围 0~140MPa，实现指定条件下气相热充氢。同时还可以实现高温高压静载荷下材料与高压氢相容性的评价。主要技术指标如下表所示：

序号	检测项目	技术要求
1	最高工作压力	140MPa
2	最高工作温度	300℃
3	配套管路压力	200MPa
4	换热时间	不大于 1h
5	压缩机出口压力	140MPa
6	温度和压力监测	内置式抗氢脆测试原件

在高压动力装备方面，中心团队通过理论与技术创相结合，在原有基础上研制成功 ZUSTD 系列下立式转子多功能高速旋转试验器，可进行转子超转、破裂、应变测量、低循环疲劳、旋转条件下涡轮叶片高低周复合疲劳等试验。成功解决航空发动机包容性试验方法、适航符合性等技术难题，实现高速、高温极端试验条件，结合结构力学、热力学和爆炸损伤力学突破航空发动机中各类叶片可控飞脱试验技术、轮盘可控破裂包容试验技术、机匣高温包容试验技术、轴向包容试验技术、整机转子包容试验技术等关键试验技术，形成相关技术专利十余项。突破高速转子极端工况下的先进测试技术与疲劳寿命准确预测方法，实现了极端工况叶片疲劳-蠕变耦合测试技术、轮盘裂纹扩展试验和损伤容限评估技术、超转预应力调控理论和技术，广泛应用于军民用、涡轴、涡扇等各型发动机生产研发中，同时进一步开展极端环境下的轮盘高温应变测量、叶片旋转高周疲劳等关键技术研究，全面构建航发转子结构完整性系统测试平台与评估方法。突破跨音速旋转、高温火焰加热、高速碰摩力测量等技术难题，成功研制出高温、高速可磨损试验器，并编撰相应的试验标准及评价方法，开展封严材料与结构高速碰磨机理的研究。为我国先进航空发动机封严材料可磨损性评价提供了技术手段，成功解决了我国大型军用涡扇发动机和下一代高推比航空发动机急需解决的技术难题，综合能力国际先进，技术能力远优于欧美高校，并优于欧洲发动机部件供应商的测试能力。

此外，浙江大学高速旋转机械工程研究团队的实验室通过 ISO9000 质量体系认证，每年为国内外的相关企事业单位完成各类转子的低循环疲劳试验，完成上千次各类转子的超转和破裂试验，在此领域内具有良好的国内外影响力。通过自筹资金自主研制 HRXDI 型下立式转子高速旋转试验器 24 套，HWXD 型卧式转子高速旋转试验器 4 套，具备航空发动机与燃气轮机轮盘超转与破裂试验、轮盘低循环疲劳试验、机匣包容试验、高能转子包容试验、涡轮叶片高温低循环疲劳试验、高速旋转涡轮叶片阻尼减振特性试验、轮盘超转预应力处理试验、风扇叶片鸟撞试验、封严材料与结构高速高温碰磨试验、高速转子动力学试验、高速转子动平衡试验、整机叶片丢失与鸟撞试验等试验测试与数值仿真计算能力。试验转子重量最大可达 3000 kg，最高试验转速可达 20 万 r/min，最大试验件直径可达 4.0m。中心另购有配套的工业级低速动平衡机 6 台套，可以进行 0.1~5Kg、

1~50Kg 及 10~300Kg、200~3000Kg 级转子的低速动平衡；高速相机 3 套，最高拍摄速度达到 100 万 FPS；NI 高速数据采集仪及 Labview 软件 1 套，可实现 24 个通道的同步高速数据采集、存储，最高实时采样率达到 60MS/s；超动态应变仪及高速采集系统 4 套，16 通道，8Mb/s；Dx 系列高速滑环引电器 2 套，12 通道，5 万 r/min；真空喷液激振装置 1 套；此外，中心配有数控车床、普通车床、移动万向摇臂钻、内外圆磨床、平面磨床、万能铣床等一批机加工设备，用于工装等零配件加工。

在高压过程强化方面，中心团队自研自制了高压旋转密封试验装置、湿转子动力学试验装置、瞬态离心泵性能测定试验装置等特色试验装置，为多工况下高压推进泵的外部性能测试、压力脉动性能测试、空化性能测试、振动噪声性能测试与流场可视化提供了重要的技术支撑。

(1) 高压旋转密封试验装置

该试验台依托专利“剖分式机械密封及装有剖分式机械密封的双螺杆泵（ZL201310333000.9）”、“一种机械密封瞬态启停密封性能试验装置（ZL200910095392.3）”、“高压可控滑阀式机械组合密封系统（ZL200910095391.9）”、“一种用于液下泵的主轴密封装置（ZL200910095886.1）”研制而成，可进行主轴快速启动过程密封瞬态性能测试、主旋转密封和应急密封的静压密封性能试验、含压介质的运转试验时的动压密封性能试验以及在含沙海水运转、搁置试验，以及防沙过滤性能测试，并具备密封磨损寿命测试功能。为国内首台套。主要技术指标如下表所示。

序号	名称	技术参数	技术指标
1	性能指标	静压试验压力	0~8.0(MPa)
		动压试验压力	0~7.0(MPa)
		最大试验压力	9.7MPa
		测试转速范围	0~1650 (r/min)
		防沙性能	固体颗粒>472μm
		配电功率	30kW
		静压试验压力	0~8.0(MPa)
		动压试验压力	0~7.0(MPa)
		最大试验压力	9.7MPa
		测试转速范围	0~1650 (r/min)
		防沙性能	固体颗粒>472μm
		配电功率	30kW

		试验样品规格	内法兰 $\leq\phi 300\text{mm}$
			主轴 $\geq\phi 120\text{mm}$
2	结构功能	配备介质压力调节装置	
		配备端面泄漏收集装置	
		配备瞬态转矩转速测试装置	
		试验装置配备变频调速功能，调频分辨率 0.1Hz	
		配备传动机构、密封腔、试验台底座	
		配备防沙过滤性能测试可视化装置	
		配备介质压力调节装置	
		配备端面泄漏收集装置	

### (2) 湿转子动力学试验装置

该试验台依托专利“一种用于研究阻尼密封预旋效应的密封力测试装置 (ZL 201310473490.2)”、“一种用于离心泵的可控涡动装置 (ZL 201010190428.9)”研制而成,可进行主轴偏心在 0~1.0mm 范围及涡动比在 0~2.5 范围内环形密封流道产生的径向流体力的功能,测试不同密封压差下多级转子的临界转速的功能。试验台为国内首台套。主要技术指标如下表所示:

序号	技术参数	技术指标
1	主电机功率	30kW
2	副电机功率	7.5kW
3	转子转速范围	0~6000 (r/min)
4	压力传感器量程	0~2.0 (MPa)
5	涡动比范围	0~2.5
6	径向力传感器量程	X 方向: 0~2000 N
		Y 方向: 0~2000N
7	流量计量程	2~84 (m <sup>3</sup> /h)
8	测试转子级数	1~5
9	偏心调节范围	0~1.0 (mm)

### (3) 瞬态离心泵性能测定试验装置

该试验台依托专利“一种开敞式瞬态离心泵 (ZL 200910153834.5)”、“离心泵极端工况瞬态性能试验系统 (ZL 200910101999.8)”、“一种水泵汽蚀试验方法和装置 (ZL201410152894.6)”、一种用于离心泵的流体测试实验装置 (ZL201010190435.9) 自研自制。该试验台可进行多工况下高压推进泵的外部性能测试、压力脉动性能测试、空化性能测试、振动噪声性能测试,并具有内部流场可视化的试验功能。试验台为国内首台套。主要技术指标如下表所示:

序号	技术参数	技术指标
----	------	------

1	测试流量范围	57~570(m <sup>3</sup> /h)
2	测试压力范围	0~0.2(MPa)
3	测试转速范围	0~3000 (r/min)
4	电机变频	5~100Hz
5	配电功率	70kW
6	水箱容积	4m <sup>3</sup>
	管路通径	Φ200mm
7	稳压管直径	Φ500mm
8	真空系统真空度	>-0.85bar

在高压过程装备控制与安全方面，中心团队自制了复合型多功能塑料加工一体化试验台，能够在高温、高压和振动的条件下进行复合型高分子材料的加工与优化实验，也可进行新型中空塑料制品的结构研究实验；可对试验温度、试验压强和活塞位移进行组合控制，提供冷、热态和高、低压多种试验条件。该仪器设备综合集成机械、气动、液压、材料和控制等多学科知识，改善了浙大化机学科在材料加工过程装备实验教学方面的硬件条件。使用该仪器进行高分子成型加工工艺分析和振动、流变等测试 10 余年，为开展大型高层次科研课题的研究提供有力支撑。

## 4.2 中试与工程验证能力

中心研发了我国首套 140MPa 材料高压氢气环境氢脆原位检测装置等装备群，并提出了相应的氢相容性测试方法，测试方法已转换为国家标准（GB/T 34542.2 和 GB/T 34542.3），解决了我国高压储氢装备研发过程中急需的关键核心数据，相关技术支撑研发的全多层高压储氢装备和无缝式储氢容器在国内加氢站广泛应用，其中全多层高压储氢装备应用于我国首个 70MPa 商业化加氢站，丰田在华首座加氢站，北京冬奥会氢能示范项目加氢站等，钢质无缝式储氢容器在河钢邯郸加氢站、河钢唐山加氢站、济南公交加氢站、大兴加氢站、中石化佛山加氢站、山西阳煤加氢站、湖北黄冈加氢站、广西柳州加氢站等应用，使用情况良好，使我国加氢站用关键设备之一储氢容器实现自主可控。

中心团队研发的大功率高压瞬态泵及高压密封技术，围绕大潜深条件下的水下武器发射系统，建立瞬态推进泵及其配套的组合式旋转密封装置的可靠性设计技术。通过研究高压泵瞬态特性及系统动态特性理论问题，以及解决创新结构、

高压旋转密封、振动噪声控制等技术问题，成功研制出瞬态泵及高压组合密封系列装置。项目得到了国防预研、演示验证以及中国船舶重工集团公司第七〇五所昆明分部合作项目的支持，成果在相关型号上得到应用，社会效益显著。极端高压高速高温工况条件下的高可靠密封技术，进一步在高超音速飞行器上作为关键组件进行应用，作为“慧眼行动”成果转化应用项目进行快速应用。

中心团队研发的大功率高压瞬态泵及高压密封技术，为大潜深条件下的水下武器发射提供瞬态推进泵及其配套的组合式旋转密封装置，研究高压泵瞬态特性及系统动态特性等理论问题，以及创新结构、高压旋转密封、振动噪声控制等技术问题，已成功开发三种规格的瞬态泵和相应的高压组合密封。面向舰船水下武器发射系统，以保证瞬态泵启动速度、瞬时流体动力、低振动和结构可靠性需求为目标，开发两种类型的开敞式高压瞬态泵及高压组合式密封装置。解决了高压泵瞬态性能预测、高压瞬态泵与发射系统匹配优化、开敞式瞬态泵结构设计、高压瞬态泵浅水工作条件下的空化控制、振动噪声控制、高压旋转密封等关键技术，开发了开敞式高压瞬态泵，成功用于水下发射系统。在高压离心泵瞬态特性的理论研究支撑下，建立了用于瞬态过程的离心泵流道、机械结构设计方法以及瞬态过程振动噪声控制方法。该瞬态泵的应用有效提升水下发射速度和机动性、大幅拓宽深水和浅水工作范围，并且保证了瞬态泵的稳定性和可靠性。

在低噪声微型高压泵技术方面，面向汽车发动机燃油泵和航天微泵，开发了微型高压燃油泵系列产品并在国内外汽车主机厂广泛应用。针对汽车发动机和航天领域微型高压泵对效率、噪声和可靠性的特殊要求，联合宁波洛卡特汽车零部件有限公司和航天科技集团 502 研究所，开发了大倾角三维扭曲叶片，代替国内外普遍采用的直叶片或弯曲叶片结构，使得叶轮能量密度和转换效率得到有效提升，并提出了全新的非等截面泵室，减小了纵向旋涡能量损失。将大倾角三维扭曲叶片和非等截面泵室应用于汽车燃油泵和航天微泵产品，使同类泵效率突破现有产品 22-24% 的极限，批量产品效率达到 25-27%。采用非等距叶片分布方式来降低叶频压力脉动，并提出一种随机非等距分布方法以及效率与压力脉动性能综合评判方法。基于压力脉动的控制，微型高压泵产品噪声声压级比传统产品降低了 4-8dB(A)，达到 42dB(A) 以下，最低降至 38dB(A)，指标处当前国际同类产品领先水平。制定了微型高压泵制造工艺，开发了高效的装配生产线和可靠性测试

装备，形成可靠性测试方法，保证了批量产品的可靠性和寿命，达到返修率不超过 0.3%/3 个月，800ppm/年，使用寿命大于 4000h 的目标。

此外，中心团队还研发了一系列高速技术与装备的中试与工程验证平台，包括 24 台不同配置的下立式多功能高速旋转试验器（最高转速 30000r/min，最大试验件重量 1000kg，最大试验件外径 2000mm），针对高速转子结构强度优化、轮盘低循环疲劳、机匣包容等研究方向形成全面验证平台。基于立式旋转试验台进行二次技术开发，形成涡轮叶片旋转激振试验平台 1 套，叶片低周疲劳及高温蠕变试验平台 3 套，叶片爆炸飞脱包容试验平台 1 套。4 台不同配置的卧转试验器（最高转速 60000r/min，试验转子最大直径 4000mm、最大轴向长度 5000mm），用于进行转子动力特性试验、发动机整机叶片丢失包容试验、发动机轴向包容试验、风扇叶片鸟撞试验等，适用于涡轴发动机、涡扇发动机中各类部件及整机试验。1 台大型可磨耗试验器（叶尖线速度 450m/s，最高温度 1200℃），用于进行封严结构高温高速碰磨试验，进行涂层结构可磨耗性评价，验证理论模型和设计方法。

#### 4.3 配套设施及支撑条件

##### 1) 学科与关联平台支撑条件

工程中心作为具有相对独立性的开放性科研实体，同时又依托于浙江大学动力工程及工程热物理学科和化学工程学科，两个学科中的相关团队为中心提供科研和人才支撑条件。

依托浙江大学先进技术研究院，建立了特种流体机械与推进中心。依托中船重工集团七〇五昆明分部，建立了水下动力技术联合研究中心。并进一步在中共杭州市委军民融合发展委员会支持下，成立了杭州市先进动力与推进技术军民科技协同创新平台。这些学科创新平台和创新团队为中心的建设提供了很好的支撑条件。

##### 2) 建设场地支撑条件

工程中心的建设需要相对固定和独立的科研场地，浙江大学通过多种渠道为中心的建设提供了场地条件，包括将教四大楼一楼和化机小楼作为中心建设主场地，并提供其他校区的四块分场地来建设一些科研设施，如西溪校区的科研场地承担极端承压设备方向的研究，中心与浙江省特检院共建面积为 920m<sup>2</sup> 的实验室，

作为中心从事高压过程装备安全与检测技术研究的重要科研场地。面向国防军工的研究，浙江大学还在玉泉校区和舟山校区为中心提供相对独立的科研场地。因此，在建设场地上，虽然建设总面积有限，但学校提供的场地已经为各功能模块的建设提供了支撑条件，特别是国防军工独立模块和共建实验室等创新模式为中心的发展奠定了良好基础。

### 3) 人才条件支撑条件

工程研究中心实行管委会领导下的主任负责制，中心主任郑津洋院士是高压过程装备及安全领域国内外知名的学术带头人，具有较强的组织协调能力和凝聚力，有强的领导能力和水平。中心副主任吴大转教授是国防卓越青年科学基金获得者，是国内高性能低噪音泵领域的知名专家，年富力强，具有良好的管理能力和技术水平。工程中心依托学科中，与中心研究方向密切关联的教师都已加入研究中心，各个研究方向的研究力量充足。同时，学校还为工程中心提供了实验骨干岗位，中心设立科研辅助岗，专门聘请人才在工程中心工作。上述人才队伍条件也为中心的发展提供了很好的保障。

### 4) 科研项目与成果支撑条件

科研项目和成果是为工程中心建设和发展提供支撑的重要条件，工程中心各方向的研究团队承担了大量国家纵向课题和国防军工项目，承担了一批重大企业横向课题并与企业建立联合研究中心。建设期间承担包括国家自然科学基金、973项目、863项目、国家科技支撑计划、重点研发计划、重大企业合作项目、国防预研、军品配套、慧眼行动等各类项目百余项，获授权发明专利 150 余项，获国家级科研奖励 2 项、省部级科研奖励 11 项。这些科研项目或成果是凝聚团队和实现成果转化的重要驱动力。

### 5) 建设经费配套与支撑条件

浙江大学为工程中心的建设提供了较大的资金支撑，近五年来累计投入 4.4 亿元，资金主要来自于浙江大学高峰学科建设经费、中央高校基本业务费和各类纵横向科研项目经费。工程中心运营费主要由中央高校基本业务费和团队自有资金提供支撑。浙江大学自有资金、相关平台建设经费投入，为中心的建设提供了有力的资金保障。

## 4.4 技术成果、文件资料归档情况



文件的归档在遵循上级有关档案工作的方针政策基础上，工程中心按照《浙江大学档案管理办法（2010 年 5 月修订）》、《浙江大学电子文件归档与管理暂行办法》、《浙江大学国防军工科研项目文件档案保密管理办法》进行有关文件资料的归档工作。

浙江大学档案馆在分管校领导和校档案工作委员会的领导下，负责全校档案和档案工作归口管理，并包括各类研究平台在内的全校档案工作实行监督、指导、检查与评比。工程研究中心为了配合文件资料的整理，也专门配置了文件资料管理人员和专用文件柜，参照浙江大学相关规定来保存纸质文件资料和电子资料。

在具体管理方面，工程中心按学校文件规定，对批复文件、项目合同书、专利证书和科研奖励证书等重要文件资料通过档案馆进行归档管理。项目申报材料、管理办法、内部课题任务书等有关文件资料，以及专利证书复印件、科研奖励证书复印件、项目合同书复印件等由工程中心办公室进行及时整理，并放置在专用文件柜内保管。

## **5 经费情况**

### **5.1 经费收支情况**

承担了国家重点研发计划项目、国家 973 计划项目、国家自然科学基金、国防预研和超千万元重大横向课题在内的大量课题，累计到账科研总经费 44016.8 万元，纵向科研、横向科研及军工科研约占比 30%、30%、40%。年均科研经费约 8800 万元，相比中心建设期间 3100 万元/年的到账科研经费有较大的发展。

### **5.2 技术转让与服务收入情况**

近 5 年中心提供技术服务的各类项目经费收入约为 13000 万元，此外中心有 16 件专利技术进行许可或转让，累计许可或转让金额约 400 万元。

## **6 运行与管理机制**

### **6.1 机构设置**

中心是相对独立性的浙江大学二级机构，依照《教育部工程研究中心建设与管理暂行办法》，结合学校 985 工程和 211 工程的学科建设规划组建，整合浙江大学动力工程与工程热物理、化学工程两个国家重点学科在高压过程装备领域的科研队伍，结合有关企业和社会机构的资源组建而成。

中心的机构主要由中心管理委员会、中心主任、技术委员会，以及高压储输装备实验室、高压动力装备实验室、高压过程强化实验室、高压过程装备控制与安全实验室、高压过程装备标准室和管理办公室组成，并与企业共建中试与产业化基地。中心实行主任负责制、合同管理制和人员聘任制，构建由固定人员和流动人员组成的研究队伍。

## 6.2 管理体制及运行机制

中心主任为郑津洋院士，副主任为洪伟荣教授和吴大转教授。中心主任及副主任主持中心全面工作，负责日常管理。

中心管理委员会负责聘用人才参加中心工作，负责编制中心的发展规划，负责中心重大事项的决策，负责中心的考核等管理工作。

中心技术委员会承担技术咨询职能，根据高压过程装备与安全相关学科发展的趋势，负责审议中心技术发展和研究计划，评价工程设计试验方案，对中心研发计划提出论证意见，供中心研究立项时参考。

中心管理办公室负责中心的行政管理、对外联络、技术平台支持等日常工作，包括行政、科研管理人员和技术维护人员。

各研究室由相关学科带头人负责，聘请的固定研究人员若干名。研究室针对高压过程装备与安全相关方向开展研究和开发工作，研究绩效由中心管委会负责考核。

产业化基地由中心与合作企业共建，其功能是实施科研成果的中试，并作为产品推广和产业化窗口。合作企业包括合肥通用机械研究院有限公司、中国特种设备检测研究院、中国船舶重工集团公司、中国国际海运集装箱（集团）股份有限公司、杭州杭氧股份有限公司、巨化集团公司、浙江科尔泵业股份有限公司、杭州大路实业有限公司、浙江省特种设备检验研究院、浙江金象科技有限公司、南方泵业股份有限公司、北京海德利森科技有限公司、杭州华惠阀门有限公司等。

中心人员主要由教职工、项目聘用人员、博士后、硕士生和博士生组成，按

工作职能分为研究开发人员、实验技术人员、工程技术人员和行政管理人员。按工时分为固定人员、项目聘用人员、流动人员等。固定人员主要为浙江大学从事教学、科研工作的讲师（助理研究员）、副教授（副研究员）、教授（研究员）等，中心固定人员保持在 30 人左右；项目聘用人员主要负责完成具体项目研发工作的人员；流动人员主要是特聘研究员、客座教授、讲座教授、顾问和兼职人员等。中心特别注重引进项目聘用人员从事实验技术、工程技术和技术推广工作，以扩大工程技术研究队伍。

中心实行“高等学校—工程中心—生产企业”紧密联合的方式，加快研究成果工程化和工程化项目产业化的进程。同时，根据市场需求，将企业提出的研发目标在工程研究中心进行产学研联合开发，进一步扩大与国内外大型企业和省市企业主管部门的合作，更有效更快地将科研成果推向市场。工程研究中心的建设和运行过程中，注重联合国内外大型企业共同选题、共同开发。利用多学科交叉和产学研结合的优势，以自主知识产权的关键技术为核心，依托强势企业，进行研发成果的产业化推广，组建强强联合的利益共同体和联合研究机构。中心通过申请国家研究资助，参与企业合作开发，在极端承压设备、新能源装备、高压流体输送、高压装备安全和高压装备标准化等方面形成特色团队，并在运行中实现良性循环发展，并通过产学研一体化发展体系为中心持续发展提供支撑。

中心项目立项原则：优先立项行业关键技术和共性技术的研究，优先支持对高压过程装备行业具有重大影响和促进作用的项目研究，支持开展前瞻性、基础性的研究项目，鼓励开展国防军工项目和产品化项目研究，鼓励和企业开展产学研研发项目。

中心内部沟通协调机制：通过电话、电子邮件、传真、书面报告和会议等形式进行沟通，随时沟通研发和管理工作中遇到的问题。根据工作需要召开相应的沟通协调会，及时处理问题。召开会议不受时间和次数限制，根据事情的紧急程度和重要性组织召开。

中心积极参与产学研联盟、重点创新团队、行业协会等组织，积极组织研究人员参加相关行业会议和学术会议活动，通过会议和活动介绍中心，宣传研究成果，及时了解行业和最新技术动态，架起研究人员与企业的联系桥梁，促进产学研联合，实现产业化。同时，及时将企业的技术研发需求信息转给各研究室，推

进中心与企业的横向合作，建立合作研究中心，为地方经济发展做出贡献。

根据知识产权的有关文件规定，中心所属研究人员在工作时间利用中心提供的仪器设备、试验场所等设施完成的研究项目，成果归中心所有。若利用中心条件取得的成果发表论文、申请专利、申请奖项，完成单位应署名高压过程装备与安全教育部工程研究中心。

## 7 近中期任务、目标和未来规划

### （1）技术研发与成果转化

高压储输装备方向：面向氢能制储输用装备成套技术，重点攻克大容量高密度的高压及深冷储氢技术，以及高效安全柔性输氢管道等关键技术。

高压动力装备方向：进一步开展前瞻性、先导性、探索性技术研究，解决航空发动机极端条件下进行试验测试的理论和关键技术，形成相应的规范和标准体系，加强深空、深海等多领域应用的动力设备的设计理论和方法的研究。

高压过程强化方向：推进国防应用领域的两个关键设备的研发，即氢气循环泵和液氢循环泵；其次是舰船低噪声高压多级离心泵研发，用于替代传统往复泵，以实现噪声的显著下降。

高压过程装备控制与安全方向：以极端条件过程装备、材料成型、精密器件与制造工艺的共性技术和前沿交叉技术为突破口，对接国家战略布局，凝练微纳制造在智能化装备领域及微流控技术研究，进一步推动成果产业化。

### （2）人才培养

争取新引进特聘研究员、副研究员、博士后 3-5 名/年以上。维持稳定的研究生招生规模，预期在读博士生 50 人，在读硕士生 120 人；争取研究生在国内外学术会议或科研竞赛获奖 5 项/年以上。

### （3）团队建设与制度优化

进一步凝练学科方向。以国家重大工程为牵引，聚焦氢能储输、军用动力与能源领域，凝练传统优势方向，同时瞄准国际学术前沿，聚焦过程装备与新能源、新材料、生命科学及智能制造的交叉融合，积极培育微流控与微纳制造技术为学科新方向。

积极参与国家项目规划与论证。重点围绕氢能储输、军用动力领域的前期基础与优势，争取参与相关民口或军口重点科研项目指南和规划，为后期项目的申请奠定基础。

积极申请国家级重点科研项目与平台。围绕氢能储输、军用动力及先进过程装备等领域优势学科方向，整合校内外力量，牵头申请国家重点研发计划、重大专项课题、国防军工重点项目与平台。

积极引进和培育青年人才。继续引进特聘研究员、特聘副研究员，并培育青年教师入选“四青”等国家级人才工程，鼓励青年教师申请国家自然科学基金优秀青年基金项目。

继续完善中心运行管理制度。完善现有全所教师每月例会制度，充分发挥学术委员会的作用。进一步改进实验设施，加强安全管理，充分发挥大型仪器设备的作用。

## 8 存在问题及改进措施

存在问题：金融、信息、互联网等行业的待遇普遍高于传统行业，短期内吸引走了大量传统行业的优秀人才，造成了传统行业人才的严重流失。相对于新兴行业“短平快”的成长模式，传统行业的青年人才成长历程长、成果见效慢，特别对于国家重大工程所亟需的特种装备，涉及材料、制造、设计、控制等多学科协同，往往更加重团队而轻个人。因此，在市场资源暂时性错配的情况下，在多元价值观的冲击下，如何引导和强化研究生“不忘初心、牢记使命”，树立正确的价值观、人生观，专注本职工作，为高压过程装备与安全及化工过程机械学科的建设与发展持续输送高质量人才？

改进措施：通过“党建引领、严格选拔、系统培养、学用融合”，将研究生的教学环节与国家重大装备、国防军工的人才培养深度融合，既为国家培养德才兼备、全面发展的特种装备接班人，又增强研究生的专业认可度和家国情怀的“向心力”。

打造课程思政体系，思政教育与专业教育相结合。贯彻落实“课程思政”，融入社会主义核心价值观、家国情怀、社会责任等育人元素，融合思政教育与专

业教育：1）充分发挥导师、校友、企业导师的丰富资源优势，打造“能源安全与国家战略”、“节能减排创新实践”、“工程伦理”、“科学诚信与学术道德”等富蕴思政元素的精品课程，提升学生的专业自豪感与社会责任感，引领学生树立正确的行业价值观和学术道德观；2）依托“能源先锋大讲堂”，打造“红色讲堂”，内容涵盖“革命传统文化”、“国防军工文化”等模块，强化思想引领，培养学生的家国情怀；3）以现有课程为基础，在课程中融入专业文化、先进典型、英雄模范等内容，将专业课上出“思政味”，实现全方位育人。

建立“树形”党员教育体系，夯实党建基础，增强思想引领。通过以点带面、由表及里的方式来摸实情、做实事、抓实效，创新打造“树形”党员教育体系，筑牢党建工作之“根”，充实思想凝聚之“干”，繁茂发展服务之“枝”，将“不忘初心牢记使命”的主题思想深刻烙印在每位党员心中，将党员培养工作落地落细落实。建立党员素质发展中心，成立党章学习小组，完善学生党员骨干“六位一体”培养计划，努力培育符合“五个过硬”要求的党支部骨干队伍，抓住关键少数，从而更好地抓好基层党组织建设工作。

建立思政教育新平台，拓展思政教育新范式。学院与社会知名企事业单位、军工单位建立党建与思政现场教学基地、社会实践基地，丰富思政教育形式，充实思政教育内涵，拓展思政教育新范式。每年组织学生前往各社会实践基地实践，引领学生立足社会、服务社会。

## 9 依托单位自评估意见

经审核，确认以上填报内容真实有效。

## 10 主管部门意见

## 11 教育部意见

## 12 有关附件

附件一：科研项目名称、编号、来源、起止时间及其经费一览表

附件二：成果推广转化用户证明

附件一：主要科研项目一览表

项目名称	计划编号	项目周期 始	项目周期 末	总经费 (万元)	项目负 责人
国家级项目					
高压常温氢气环境下承载件损伤的演化机理	J20150120	2015-01-01	2019-08-31	1500	郑津洋
加氢关键部件安全性能测试技术及装备研究	K 纵 20200615	2019-12-01	2022-11-30	1424	郑津洋
国家级课题或任务					
储氢及临氢装置燃爆失效机制与本质安全设计方法	K 纵 20212758	2021-12-01	2024-11-30	1258	刘宝庆
高密度大容量储氢部件及关键技术研发	K 纵 20212781	2021-12-01	2024-11-30	1255.5	花争立
70MPa 高压轻质车载氢系统开发	K 纵 20181005	2018-05-18	2021-01-30	775	郑水英
道路运输用高压大容量储氢管束集装箱设计制造技术研究	K 纵 20210132	2020-11-01	2023-10-31	580	陈志平
密封材料及密封件在高压氢环境中损伤检测技术及测试装备	K 纵 20200622	2019-12-01	2022-11-30	429	郑津洋
移动式承压类特种设备损伤与失效模式及风险识别关键技术研究	K 纵 20170725	2017-07-01	2020-12-31	386	顾超华
氢能储运装备失效模式、损伤机理与质量影响因素研究	K 纵 20181630	2018-07-01	2020-12-31	250	施建峰
基于高压氢系统承载件失效模式的设计制造理论及方法	G20150079	2015-01-01	2019-12-31	202	陈志平
高压大容量储氢瓶失效机理与测试评价技术研究	K 纵 20210271	2020-11-01	2023-10-30	188	匡继勇
典型危险化学品储存设施安全预警与防护一体化关键技术 7 研究与应用示范项目	KN20161825	2016-07-01	2020-06-30	173	郑水英
大容量储氢系统轻量化技术与失效预警系统	K 纵 20192320	2019-04-01	2022-03-31	122.63	叶笃毅
真空脉动瓜果产地节能干制技术装备研究与示范	N20150296	2015-04-01	2018-03-31	105	郑传祥
高压大容量储氢瓶性能检测与质量评价技术研究	K 纵 20210681	2020-11-05	2023-10-10	103	李克明
高密度大容量气氢车载储供系统设计及关键部件研制	K 纵 20220999	2021-12-01	2024-11-30	90	彭文珠
介尺度气泡流动结构的声学	KN20161932	2017-01-01	2019-12-31	79.4	吴大转



表征方法研究		1	1		
多场耦合作用下材料力学性能测量方法及设备	K 纵 20190119	2018-07-01	2021-06-30	78	刘宝庆
加氢站关键零部件损伤机制及失效模式研究	K 纵 20200617	2019-12-01	2022-11-30	70	彭文珠
典型危险化学品储存设施安全预警与防护一体化关键技术 7 研究与应用示范项目	KN20161825	2016-07-01	2020-06-30	173	郑水英
液压阀芯卡滞机理与演化规律及高性能液压阀样机研制	K 纵 20212747	2021-11-01	2024-10-31	150	钱锦远
炉膛测温和焚烧状态反馈指导调节系统	K 纵 20202507	2020-11-01	2023-10-31	56	钱锦远
省部级及其他项目或课题					
氢能储运装备性能调控	K 纵 20200790	2020-01-01	2022-12-31	1000	郑津洋
自传感碳纤维增强聚乙烯复合管件制备关键技术及产业化	K 纵 20220018	2021-01-01	2024-01-31	420	施建峰
重特大工程高性能特种控制阀开发及示范应用	K 纵 20190973	2019-01-01	2021-12-31	150	钱锦远
高可靠性固体氧化物燃料电池关键技术研究-高可靠平管型固体氧化物燃料电池关键技术研究及示范应用	K 纵 20211199	2021-01-01	2023-12-31	138	洪伟荣
氢能高效利用技术及装备研发-加氢站用大容量全多层高压储氢系统及其应用	K 纵 20191249	2019-01-01	2021-01-01	128.5	顾超华
氢安全与储运技术研究	K 纵 20210676	2020-05-01	2022-12-31	101	花争立
高参数超压安全保护装置（安全阀）关键技术研究及应用	K 纵 20201301	2019-06-01	2022-12-31	100	金志江
国家自然科学基金项目					
复合材料层合板非局部多尺度渐进失效理论研究	J20130850	2014-01-01	2017-12-31	80	刘鹏飞
流化床气化炉内冲蚀磨损的多尺度模型及数值模拟方法	J20140574	2015-01-01	2018-12-31	80	赵永志
塑料微通道动态挤出与网络结构成型加工的基础研究	J20130849	2014-01-01	2017-12-31	78	许忠斌
微流控可控制备 Janus 纳米颗粒及其稳定的微气泡分散体系传质强化与高效给氧的研究	K 纵 20181341	2019-01-01	2022-12-31	78	陈东
浓密沉积颗粒粘稠体系中同心双轴搅拌驱动悬浮的表征、	K 纵 20191984	2020-01-01	2023-12-31	77.3	刘宝庆

机理与模型					
基于粘弹性损伤模型的聚乙烯管材慢速裂纹扩展机理研究	KN20150218	2016-01-01	2019-12-31	75.6	郑津洋
基于流动不稳定性控制的微纳器件操纵机理与算法研究	J20130851	2014-01-01	2017-12-31	75	杨健
浓密轻浮颗粒在粘稠体系中同心双轴搅拌分散的机理与模型	K 纵 20170265	2018-01-01	2021-12-31	74.6	刘宝庆
基于 DSI/DIC 技术的异种钢焊接接头非均匀疲劳力学行为与损伤演化研究	KN20161155	2017-01-01	2020-12-31	74.2	叶笃毅
基于集成微通道的高通量液滴制备装置及其机理研究	KN20161096	2017-01-01	2020-12-31	74.1	许忠斌
局部轴压载荷下薄壁圆柱壳结构的屈曲稳定性研究	K 纵 20181329	2019-01-01	2022-12-31	72	陈志平
核燃料颗粒穿衣及质量控制工艺装备研究	K 纵 20202374	2021-01-01	2024-12-31	72	赵永志
学校支持经费					
碳纤维增强复合材料弱粘接缺陷评价方法	2017FZA4012	2017-01-01	2018-12-31	60	施建峰
面向高速水下航行器的仿生材料与水动力控制复合减阻研究	K20210005	2021-01-01	2022-12-31	60	吴大转
高压过程装备检测能力建设	K20200055	2020-01-01	2022-12-31	50	顾超华
军工项目					
XYY-109209-E8200D (QITA-MYGS)	KM20200309	2020-06-20	2023-06-19	1050	吴大转
XYY-109209-E51801 (GXB-LJZX)	KM20190169	2018-08-01	2022-07-31	1020	宣海军
XYY-112108-E81607	KM20160081	2016-06-30	2018-06-30	716.7	武鹏
XYY-109209-E81908	KM20190266	2019-08-20	2021-02-20	615	曹琳琳
XYY-109209-E62001ZJ (KJW-JCJQ-ZQ)	KM20200577	2020-11-01	2025-11-30	500	吴大转
XYY-109209-E82106 (QITA-MYGS)	KM20210308	2021-07-19	2022-10-31	490	杨帅
XYY-109209-E81803	KM20180162	2018-02-08	2020-12-31	440	陈志平
XYY-109209-E8170N	KM20170299	2017-01-01	2019-12-31	364	宣海军
XYY-109209-E8190L (ZGHF)	KM2020009	2019-12-0	2020-12-3	355	何泽侃

	2	1	1		
XY-109209-E8210E(ZCJT-708)	KM20210390	2021-02-01	2021-08-31	339.66	吴大转
XY-109209-E8210S(HFJT-420)	KM20220363	2021-12-08	2022-11-30	328	陈传勇
XY-109209-E61903ZJ(KJW-特区-12-ZD)	KM20190395	2019-08-01	2021-12-31	300	陈东
XY-109209-E52001(GXB-MJZX)	KM20200304	2020-03-02	2022-03-31	300	宣海军
XY-109209-E22101(KGJ-HE能参)	KM20210328	2021-07-01	2025-06-30	300	武鹏
XY-109209-E8200H(ZGHF-608)	KM20200382	2020-07-09	2020-11-30	290	钱锦远
XY-112108-E81603	KM20160006	2016-01-24	2017-09-24	279.5	陈志平
XY-109209-E8180E	KM20180401	2018-12-04	2020-12-31	273.5	陈志平
XY-109209-E82002(ZGHF-608)	KM20200053	2020-01-16	2021-12-31	261	陈传勇
XY-109209-E8200T(ZGHF-608)	KM20200432	2020-09-17	2021-06-30	255	何泽侃
XY-109209-E8190K(ZGHF)	KM20200091	2019-12-01	2020-12-31	245	何泽侃
XY-109209-E21802(ZF-JJ)	KM20180059	2018-01-01	2020-12-31	240	吴大转
XY-109209-E8200R(QTGQ)	KM20200428	2020-10-01	2022-10-31	230	王海阔
XY-109209-E8200M(ZGHF-606)	KM20200409	2020-08-31	2021-08-31	229.8	宣海军
XY-109209-E8200G(ZGHF-608)	KM20200381	2020-07-09	2020-11-30	225	钱锦远
XY-109209-E8200F(ZGHF-608)	KM20200363	2020-06-08	2020-12-30	218	何泽侃
XY-109209-E21902(HJ-ZY)	KM20190463	2019-12-01	2020-10-30	210	吴大转
XY-109209-E81804	KM20180163	2018-02-08	2020-12-31	204.6	陈志平
XY-109209-E81901	KM20190139	2019-04-18	2021-12-31	201	何泽侃
XY-109209-E81607	KM20170081	2016-12-01	2017-12-30	200	宣海军
XY-109209-E51901(GXB-LJZX)	KM20190257	2019-02-18	2021-12-31	200	宣海军

XY Y-109209-E62102ZJ (KJW-JCJQ-JJ-0350)	KM2022003 8	2021-10-0 1	2024-10-3 1	200	吴大转
XY Y-109209-E82107 (QITA-QTGQ)	KM2021031 0	2021-07-1 5	2021-09-2 0	199.8	曹琳琳
XY Y-109209-E8190I (ZGHF-608)	KM2020005 4	2019-12-0 1	2021-12-3 1	194	何泽侃
XY Y-112108-E81417	KM2016000 8	2014-09-0 1	2017-08-3 1	180	吴大转
XY Y-109209-E8200K (ZGHF-606)	KM2020040 7	2020-08-3 1	2021-08-3 1	180	宣海军
XY Y-109209-E82103 (ZCJT-705)	KM2021010 9	2021-03-3 0	2022-03-3 0	175	杨帅
XY Y-109209-E8200C (ZCJT-705)	KM2020026 8	2020-06-0 1	2020-09-3 0	170	武鹏
XY Y-109209-E8170M	KM2017029 8	2017-11-0 1	2020-12-3 1	169	宣海军
XY Y-109209-E81704	KM2017007 6	2017-04-0 1	2017-12-3 1	156	曹琳琳
XY Y-109209-E8200U (ZGHF-624)	KM2020048 9	2020-09-2 7	2021-06-3 0	152	张亚楠
XY Y-109209-E21601 (ZCJT-701) 参	KM2017014 6	2016-09-0 1	2020-12-3 1	150	宣海军
XY Y-109209-E51701 (KGJ-JPPT)	KM2018022 6	2017-01-0 1	2020-12-3 1	150	武鹏
XY Y-109209-E81909 (HFJT-624)	KM2019027 8	2019-03-0 8	2020-12-3 1	150	宣海军
XY Y-109209-E62104ZJ (KJW-JCJQ-JJ-0352)	KM2022005 1	2021-10-0 1	2023-10-3 1	150	曹琳琳
XY Y-109209-E81802	KM2018010 2	2018-01-0 1	2018-06-3 0	148	武鹏
XY Y-112108-E81521	E20150286	2015-07-0 1	2017-12-3 1	141	宣海军
XY Y-109209-E8170I	KM2017028 7	2017-12-0 1	2020-12-3 1	141	宣海军
XY Y-109209-E8190E	KM2019047 5	2019-11-0 1	2020-12-3 1	139.5	何泽侃
XY Y-109209-E8210N (ZCJT-705)	KM2022004 6	2021-10-0 1	2022-12-3 1	130	武鹏
XY Y-109209-E22001 (ZCJT-702) 参	KM2020021 7	2020-01-0 1	2020-06-3 0	120	杨帅
XY Y-109209-E82010 (QITA-MYGS)	KM2020065 2	2020-05-0 1	2020-12-3 0	120	杨帅
XY Y-109209-E82004 (MYQY)	KM2020015 6	2020-05-0 1	2023-04-3 0	120	吴大转

XY-109209-E61902ZJ(KJW-特区-子课题)	KM20190321	2019-09-01	2020-08-31	115	曹琳琳
XY-109209-E8190Q (替换KM20190321)	KM20210225	2019-09-10	2020-12-10	115	曹琳琳
XY-109209-E8180D	KM20180400	2018-12-04	2019-04-30	107.532	杨帅
XY-109209-E52101(ZF-HY)	KM20220085	2021-12-01	2022-12-31	105.75	杨帅
XY-109209-E8190A	KM20190366	2019-08-01	2020-07-31	103	吴大转
XY-109209-E8170G	KM20170217	2017-07-01	2018-06-30	100	吴大转
XY-109209-E21801(LHJJ)	KM20180002	2018-01-01	2018-12-31	100	吴大转
XY-109209-E82102(QITA-MYGS)	KM20210107	2021-01-01	2023-06-30	100	吴大转
XY-109209-E22102(ZF-HY)	KM20220136	2021-11-01	2022-11-30	100	武鹏
XY-109209-E8170O(ZCJT-704)	KM20180047	2017-11-30	2018-11-30	99	杨帅
XY-109209-E8210D(HEBGYDX)	KM20210384	2021-09-13	2022-03-13	98.8	王海阔
XY-109209-E82001(ZGHF-624)	KM20200044	2020-01-01	2022-12-31	98	何泽侃
XY-109209-E8180A	KM20180316	2018-09-01	2021-12-31	95	金涛
XY-109209-E8190B	KM20190411	2019-10-17	2019-12-31	95	杨帅
XY-109209-E82105(ZGHF-606)	KM20210266	2021-04-30	2024-12-30	95	何泽侃
XY-112108-E81514	E20150133	2015-09-01	2017-08-31	90	宣海军
XY-112108-E81605	KM20160064	2016-06-01	2020-12-31	90	宣海军
XY-109209-E81709	KM20170110	2017-07-01	2018-12-31	90	宣海军
XY-109209-E8180B	KM20180318	2018-10-01	2020-12-31	88	宣海军
XY-109209-E8210C(HJY)	KM20210383	2021-08-13	2022-02-13	88	王海阔
XY-112108-E8160A	KM20160107	2016-07-01	2017-12-31	85.15	宣海军
XY-109209-E81705	KM20170100	2017-01-01	2018-08-31	85	宣海军

XYY-109209-E8190F	KM2019049 8	2019-06-0 1	2020-12-3 0	80	何泽侃
XYY-109200-E82002 (MYQY)	KM2020025 0	2020-06-0 1	2022-12-3 1	80	王海阔
XYY-109209-E8200Q (MYQY)	KM2020042 7	2020-10-0 5	2023-10-0 4	80	王海阔
XYY-109209-E8190O (HKGY)	KM2020026 9	2019-12-0 1	2020-12-3 0	78.7	杨帅
XYY-109209-E8170J	KM2017028 8	2017-12-0 1	2020-12-3 0	77	宣海军
XYY-109209-E8190C	KM2019041 2	2019-10-0 1	2019-12-3 0	75	武鹏
XYY-109209-E82016 (MYQY)	KM2021004 5	2020-11-1 0	2021-12-3 1	75	武鹏
XYY-109209-E62105ZJ (KJW-JCJQ-JJ-0374)	KM2022007 7	2021-10-0 1	2023-10-3 1	70	秦世杰
XYY-109209-E81602	KM2016013 2	2016-09-0 1	2018-12-3 1	69	宣海军
XYY-109209-E8210L (QITA-MYGS)	KM2021049 8	2021-09-0 1	2022-12-3 1	68.5	武鹏
XYY-109209-E81608	KM2017008 2	2016-12-0 1	2017-12-3 0	65	金涛
XYY-109209-E82104 (ZCJT)	KM2021019 9	2021-05-2 7	2022-05-2 7	65	杨帅
XYY-109209-E82101 (ZCJT-705)	KM2021007 9	2021-01-0 1	2021-06-0 1	64	曹琳琳
XYY-109209-E81606	KM2017006 5	2016-05-0 8	2017-12-3 1	62.8	宣海军
XYY-109209-E81903	KM2019023 7	2019-04-0 1	2019-09-0 1	60	曹琳琳
XYY-109209-E8200L (ZGHF-606)	KM2020040 8	2020-08-3 1	2021-08-3 1	60	宣海军
XYY-109209-E8210R (QITA-MYGS)	KM2022027 4	2021-10-0 1	2023-08-3 1	60	王海阔
XYY-112108-E81609	KM2016008 7	2016-06-2 0	2017-12-3 1	59	宣海军
XYY-109209-E8200V (HKGY-HDLY)	KM2020050 3	2020-09-0 1	2021-11-1 4	57.8	杨帅
XYY-109209-E8170A	KM2017011 1	2017-03-0 1	2018-12-3 1	56	宣海军
XYY-109209-E8200J (ZGHF-624)	KM2020039 9	2020-08-1 9	2021-07-3 0	56	宣海军
XYY-109209-E82109 (MYQY)	KM2021035 9	2021-09-0 1	2021-11-3 0	56	武鹏

XY-109209-E8200N (MYQY)	KM2020041 9	2020-09-2 1	2021-09-2 0	55	吴大转
XY-109209-E8210F (MYQY)	KM2021040 3	2021-06-3 0	2021-09-3 0	55	武鹏
XY-109209-E61702ZJ(KJW- 特区-12-ZT)	KM2018001 8	2017-07-0 1	2018-06-3 0	50	曹琳琳
XY-109209-E218019(LHJJ)	KM2018019 3	2018-01-0 1	2018-12-3 1	50	吴大转
XY-109209-E21804(ZF-JJ)	KM2019021 6	2018-11-0 1	2019-12-0 1	50	曹琳琳
XY-109209-E61901ZJ(KJW- 特区-12-ZT)	KM2019009 8	2019-01-0 1	2020-12-3 1	50	曹琳琳
XY-109209-E8190D	KM2019044 0	2019-10-3 0	2020-12-3 1	50	吴大转
XY-109209-E62002ZJ(KJW- 特区-12-ZD)	KM2020059 5	2020-07-0 1	2022-12-3 1	50	陈东
XY-109209-E62103ZJ (JKW-JCJQ-子课题)	KM2022004 3	2021-08-0 1	2025-08-3 0	50	曹琳琳
成果转化应用项目					
氢能技术科创平台项目	K 横 20201607	2019-06-0 1	2024-12-3 1	1500	郑津洋
精密汽车零部件注塑模具关 键工艺的智能控制技术研发	K 横 20202465	2020-10-1 9	2023-12-3 1	1050	许忠斌
聚烯烃及其复合管道安全保 障技术研究	H20132741	2013-11-1 6	2021-11-1 6	1000	施建峰
合成氢燃气高压储输和安全	H20150195	2015-01-3 1	2017-12-3 1	546	郑津洋
浙江大学-替克斯阀门有限公 司联合研发中心	K 横 20170206	2017-02-2 3	2020-02-2 2	500	金志江
高性能控制阀关键技术研究 开发	K 横 20191932	2019-08-1 6	2022-08-1 5	500	钱锦远
北京伯肯延庆金龙加氢站 98MPa 高压储氢罐(系统)定 制合同	K 横 20211594	2021-05-2 4	2023-12-3 1	396	顾超华
掺氢天然气环境下的天然气 管道材料性能研究及安全评 价技术开发	K 横 20191563	2019-07-0 4	2021-07-0 3	388	郑津洋
如皋加氢站示范项目 45MPa 储氢装置设计与供货	K 横 20190306	2018-12-2 8	2020-03-3 1	387.4140 6	郑津洋
50MPa 高压储氢系统	K 横 20190309	2019-01-0 8	2020-12-3 1	384	顾超华
50Mpa/7.5 立方米高压储氢系 统	K 横 20190305	2019-01-0 8	2020-12-3 1	384	郑津洋
东升路加氢站 50MPa 高压储	K 横	2020-06-0	2021-12-3	384	顾超华

氢系统	20201031	3	1		
50MPa 高压储氢罐	K 横 20192848	2019-10-2 8	2021-12-3 1	378	顾超华
50MPa 高压储氢系统	K 横 20200505	2020-04-0 1	2021-12-3 1	375	顾超华
山西国投海得利森氢能装备 股份有限公司 上海加氢站 50MPa 高压储氢系统 定制合 同	K 横 20210454	2021-02-0 2	2023-12-3 1	360	顾超华
正星氢电中石化上海加氢站 50MPa 高压储氢系统 定制合 同	K 横 20211491	2021-06-2 4	2023-12-3 1	360	顾超华
高效能制备糖醇的区域选择 性集成反应分离装备开发	K 横 20182610	2018-11-0 1	2023-12-3 1	350	杨健
盘状转子自动平衡修正设备 研发	H20141205	2014-06-1 8	2018-06-1 7	300	曾胜
基于 5G 云联的数控动柱立式 机床智造关键技术	K 横 20202517	2020-08-0 1	2023-12-3 1	300	杨健
高参数特种控制阀数字化设 计技术研究	K 横 20212532	2021-10-0 1	2023-09-3 0	300	钱锦远
氢 燃 料 电 池 车 车 载 四 型 70MPa 储氢瓶产学研合作研 究	K 横 20192949	2019-06-3 0	2021-06-3 0	298	郑传祥
50MPa 高压储氢系统	K 横 20200736	2020-05-0 7	2021-12-3 1	290	顾超华
液空厚普北京加氢站 50MPa 高压储氢系统定制合同	K 横 20201032	2020-06-1 0	2021-12-3 1	290	顾超华
高压氢气环境下 4130X 氢相 容性研究	K 横 20203192	2020-12-0 1	2021-10-3 1	290	顾超华
基于区域选择性控制的数字 孪生可视化运维管控与智能 微电网平台研发	K 横 20212560	2021-10-0 1	2022-12-3 1	285.22	杨健
聚烯烃及其复合管安全保障 技术专利(ZL200910156613.3、 ZL20110211482.1 、 ZL201110063357.2 、 ZL201010523483.5 、 ZL201010270038.2 、 ZL201010104252.0 、 ZL200910098412.2 、 ZL200810061691.0 、 ZL200810061691.0)	H20132742	2013-11-0 1	2023-11-0 1	280	郑津洋
正星氢电中石化北京加氢站 50MPa 高压储氢罐（系统）	K 横 20203538	2020-12-2 3	2022-12-3 1	280	顾超华



98MPa 高压储氢系统	K 横 20192202	2019-09-04	2021-09-03	270	郑津洋
45MPa 储氢瓶式容器	K 横 20191650	2019-07-01	2020-06-30	258	郑津洋
50MPa 高压储氢系统	K 横 20200314	2020-03-20	2021-12-31	250	顾超华
神华如皋加氢站示范项目 98MPa 储氢罐	K 横 20180990	2018-04-25	2019-12-31	236.1548	郑津洋
南海瑞晖加氢站 50MPa 储氢系统	K 横 20203052	2020-11-24	2022-12-31	225	顾超华
98MPa 高压储氢系统	K 横 20170499	2017-10-01	2018-04-30	205	郑津洋
化工泵系列水力模型优化设计研究	KH20160908	2016-06-01	2022-12-31	200	吴大转
系列全自动平衡修正设备研发	K 横 20170771	2017-11-12	2020-11-11	200	曾胜
智能复合管道系统开发	K 横 20190986	2019-05-15	2022-12-31	200	施建峰
建筑装配式节能装饰功能复合一体板及其智造核心技术	K 横 20201657	2020-07-01	2023-12-31	200	杨健
储氢瓶式容器研发	K 横 20201605	2020-07-01	2021-12-31	200	郑津洋
超重力真空离心舱传热技术研究及结构设计	K 横 20191917	2019-06-29	2020-06-29	186.56	郑传祥
特种低温储运装备力学行为分析研究	H20141828	2014-09-01	2017-08-31	150	郑津洋
虚拟汽车仿真软件研发	KH20162791	2016-12-20	2019-12-19	150	单岩
基于 MES 对接的型材下料智能云平台系统设计与开发	K 横 20182620	2018-06-01	2020-12-31	150	杨健
70MPa（50L）氢气瓶爆破和疲劳试验评价	K 横 20192696	2019-11-25	2020-01-31	149.99	郑津洋
广东国盛加氢站 50MPa 高压储氢系统	K 横 20201500	2020-07-03	2021-12-31	148	顾超华
广东普发加氢站 50MPa 高压储氢系统	K 横 20201744	2020-08-07	2021-12-31	148	顾超华
50Mpa 高压储氢系统	K 横 20200504	2020-04-01	2021-12-31	145	顾超华
广州市中新知识城新南加氢站扩建项目 98MPa 高压储氢罐（系统）	K 横 20210043	2020-12-04	2022-12-31	135	郑津洋
正星氢能中石化北京加氢站 98MPa 高压储氢罐（系统）	K 横 20203539	2020-12-23	2022-12-31	135	郑津洋
国富氢能中石化北京加氢站	K 横	2021-07-3	2024-06-3	132	顾超华

98MPa 高压储氢罐(系统) 定制合同	20211808	1	0		
山西国投海得利森氢能装备股份有限公司上海加氢站 98MPa 高压储氢罐(系统) 定制合同	K 横 20210453	2021-02-02	2023-12-31	130	顾超华
液空厚普北京加氢站 98MPa 高压储氢罐(系统) 定制合同	K 横 20211361	2021-05-25	2023-12-31	128	郑津洋
液空厚普张家口加氢站 98MPa 高压储氢罐(系统) 定制合同	K 横 20211360	2021-05-25	2023-12-31	128	郑津洋
50MPa 高压储氢罐	K 横 20192849	2019-10-28	2021-12-31	126	顾超华
中车承德加氢站项目 50MPa 高压储氢系统	K 横 20201499	2020-07-03	2021-12-31	125	顾超华
正星氢电中石化北京加氢站 98MPa 高压储氢罐(系统) 定制合同	K 横 20210710	2021-03-29	2023-12-31	123.4	顾超华
秸秆快速氨化器	H20120933	2012-03-10	2017-03-31	120	郑津洋
模具关键控制技术对压铸生产效能的影响研究	K 横 20191156	2018-01-01	2020-12-31	120	许忠斌
98Mpa 高压储氢系统	K 横 20183115	2018-11-20	2020-03-31	120	郑津洋
核安全级 HDPE 管材特性研究	K 横 20210928	2021-03-01	2022-08-31	120	施建峰
正星氢电中石化上海加氢站 98MPa 高压储氢罐(系统) 定制合同	K 横 20211492	2021-06-24	2023-12-31	120	顾超华
流体输送机械系统的过程优化与智能控制器开发	KH20170279	2016-09-01	2017-12-31	110	杨健
高端塑料 3D 打印成套设备及离心机设计	K 横 20182647	2018-09-20	2020-09-30	110	许忠斌
豆制品自动化生产工艺与智能装备的研发设计	K 横 20191109	2019-06-06	2020-12-30	110	匡继勇
超高压热阀设计分析与样机研制	K 横 20213034	2021-11-01	2022-12-28	106	钱锦远
过程控制阀开发	H20110391	2011-01-20	2017-12-31	100	吴大转
机械、模具、数控教学资源及教学软件	H20122164	2012-02-26	2017-02-25	100	单岩
交通建设材料质量检测监管系统关键技术研究	H20152761	2015-06-01	2019-05-31	100	张志新

复杂工况减温减压装置高参数原件研制	KH20162841		2016-12-25	2017-12-31	100	金志江
基于离散单元法的颗粒体系仿真软件开发	K20182950	横	2018-12-11	2023-12-31	100	赵永志
基于反求工程的汽车车灯配光快速设计软件开发	K20183028	横	2018-12-19	2020-06-18	100	单岩
公路运营期巨灾风险保险风险巡检服务与信息共享系统关键技术研究项目	K20191962	横	2019-09-16	2021-12-31	100	张志新
除氧器喷嘴的流动传热与优化研究	K20192581	横	2019-10-01	2022-09-30	100	钱锦远
虚拟模具工厂仿真软件开发	K20192963	横	2019-12-01	2020-12-31	100	单岩
面向高端复杂结构制品的注塑机合模机构多目标优化设计及应用	K20212624	横	2021-08-20	2023-08-19	100	许忠斌
IV 型氢气瓶塑料内胆焊接接头检测技术开发	K20203165	横	2020-11-01	2021-08-31	98	郑津洋
新开发 3SGD 系列叶根轮槽强度验证试验研究	K20182219	横	2018-09-01	2019-11-30	95	叶笃毅
长叶片叶根轮槽结构件低周疲劳试验	K20170071	横	2017-07-01	2018-11-30	92	叶笃毅
低合金钢耐高温辐照表面防腐处理技术研究	K20212824	横	2021-11-02	2024-05-02	88	钱锦远
镍基高温合金螺栓力学性能分析及有限元计算	K20181866	横	2018-08-01	2019-07-31	80.54	叶笃毅
风电齿轮箱振动远程在线监测系统	K20212246	横	2021-09-01	2022-12-31	80	张志新
氢能轨道车辆关键技术研究专项—南海区里水示范项目氢能轨道交通地下工程及密闭空间的风险评估专题研究与氢能轨道车辆涉氢基础设施安全要求团体标准研制	K20212868	横	2021-09-01	2022-08-31	80	施建峰
汽轮机高中压缸中分面螺栓材质力学性能试验及有限元计算	K20200696	横	2020-04-30	2021-04-30	76.0932	叶笃毅
混合动力汽车高效、低噪声燃油泵关键技术与产业化	H20151652		2015-07-01	2017-06-30	76	吴大转
余热锅炉汽包在快速启动模式下的安全性评估与研究（汽包建模分析评价部分）	K20200572	横	2020-03-31	2021-03-31	76	叶笃毅
超（超）临界机组进口与国产新型耐热 不锈钢焊接接头高	KH20162377		2015-10-30	2018-10-30	75	叶笃毅

温力学性能、失效机制 与安全性评价技术研究					
70MPa 塑料内胆碳纤维全缠绕氢气瓶剩余性能研究	KH20170444	2017-02-28	2017-12-31	75	郑津洋
高温下 70MPa 塑料内胆碳纤维全缠绕氢气瓶剩余性能研究	K 横 20180650	2018-03-05	2018-11-30	75	郑津洋
大型海工导管架结构静动态响应的精准预测与变形控制方法	K 横 20201711	2020-01-01	2022-12-31	75	郑传祥
轴流泵空化被动控制基础研究	KH20170544	2017-01-01	2017-12-31	70.978188	吴大转
全自动平衡机发明专利实施许可（ZL200710069229.0；200810162637.5；200910155861.6）	H20132691	2013-12-02	2018-12-01	60	曾胜
江苏秋林应变强化国标系统研制	K 横 20181735	2018-08-01	2018-10-31	60	施建峰
复合材料气瓶开发合同	K 横 20202569	2020-11-09	2021-11-09	60	郑传祥
叶轮超速试验	K 横 20210703	2021-02-20	2021-12-31	60	洪伟荣
国舜绿建低碳和钢智能科技示范产业园装配式建筑钢结构智能制造技术及智能装备生产线研发	K 横 20211496	2021-06-01	2021-09-30	60	杨健
低噪高速节能水泵关键技术研究	K 横 20212312	2021-09-01	2023-08-30	60	吴大转
煤制气对输送管道用 X80 管材力学性能影响及损伤机理研究	K 横 20180847	2018-04-28	2018-12-31	56	顾超华
燃料电池电动车加氢站用 98MPa 高压储氢罐	KH20170303	2017-02-28	2017-12-31	55	郑津洋
固定式应变强化奥氏体不锈钢低温绝热容器	K 横 20170123	2017-09-18	2018-09-18	55	郑津洋
固定式应变强化奥氏体不锈钢低温绝热容器技术服务	K 横 20182624	2018-11-12	2019-06-30	55	郑津洋
固定式应变强化奥氏体不锈钢低温绝热容器	KH20160132	2015-01-31	2018-12-31	53	郑津洋
大容积无缝储氢容器氢气相容性研究	K 横 20170107	2017-08-31	2018-04-30	52	顾超华
长叶片叶根模拟件低周疲劳试验	KH20160735	2016-01-01	2017-05-31	50	叶笃毅
张家港中集圣达因车间应变	KH20170682	2017-03-2	2017-05-1	50	施建峰

强化系统升级改造		1	8		
大型 P 型叶根轮槽结构件低周疲劳试验	K 横 20191778	2019-08-01	2020-09-30	50	叶笃毅
过热蒸汽的生成与流动优化研究	K 横 20211236	2021-04-15	2023-04-01	50	钱锦远

## 附件二：成果推广转化用户证明

# 神华氢能科技如皋有限责任公司文件

神氢如皋[2019] 21 号

---

### 关于《大容积全多层储氢高压容器》 应用证明

储氢高压容器是加氢站的关键核心设备，压力高、材料易氢脆、氢气易燃易爆，难度极大，是氢能核心技术竞争的焦点之一。

浙江大学郑津洋教授经过近 20 年的潜心研究，攻克了材料高压氢气相容性检测、抗氢脆设计制造、氢损伤检测评估等卡脖子核心技术，设计并主持研制成功抗氢脆、低成本的系列大容积全多层储氢高压容器，实现了 70MPa 加氢站储氢高压容器的自主可控，技术处于国际领先水平。2018 年，我司购买了 2 台 98MPa、 $1\text{m}^3$ ；2 台 50MPa、 $5\text{m}^3$ ；1 台 50MPa、 $7.3\text{m}^3$  全多层储氢高压容器，成功应用于神华如皋加氢站—中国第一个 35MPa/70MPa 双模国际标准商业加氢站。产品自投用至今，运行情况良好，满足加氢

站储氢和加氢的各项工艺要求，达到预期效果。

鉴于大容积全多层储氢高压容器的应用性能良好，我司将在今后加氢站建设项目中，继续加强与浙江大学郑津洋教授团队的合作。

单位（盖章）：神华氢能科技如皋有限责任公司

联系人：狄伟

联系电话：010-58157755



2019 年 9 月 12 日

---

神华氢能科技如皋有限公司

2019 年 9 月 12 日印发

---

# 应用证明

长城汽车股份有限公司是全球知名的 SUV、皮卡制造商，首家进入国际氢能委员会的中国汽车企业。

安全高效储氢是氢能核心技术竞争的焦点和难点之一。经过近 20 年的努力，浙江大学郑津洋教授创新提出全多层高压储氢设计思想，设计并主持研制成功了系列大容积全多层储氢高压容器，在国际上率先实现了 98MPa 高压氢气的经济、安全和大容量储存。

高压氢气循环测试系统是高压储氢产品不可或缺的性能测试装备，大容量高压储氢是系统建设亟待解决的卡脖子核心技术。郑津洋教授研制的全多层储氢高压容器为大容量高压储氢提供了国际领先的中国方案。2017 年，我司购买了 98MPa、1m<sup>3</sup> 全多层储氢高压容器，用于我国第一座高压氢气循环测试系统。产品自投用至今，运行情况良好，达到预期效果。

单位（盖章）：长城汽车股份有限公司

联系人（签名）：吴英哲

联系电话：15606810819



2019 年 8 月 25 日





浙江大学

## 客户回访调查表

客户名称:

上海岩谷有限公司 (Shanghai Iwatani Co., Ltd)

地址: 上海市浦东新区陆家嘴环路 1000 号恒生银行大厦 18032 室

联系电话: (021) 6881-1188 传真号码: (021) 6881-2035/6881-1395

联系人: 董定 部长

合同内容:

高压储氢罐 共 2 台, 2017 年 8 月 20 日设置于丰田汽车研发中心(中国)有限公司工厂加氢站站内 (地址: 江苏省常熟市东环路 55 号)

设备规格:

- 1) 结构型式: 全多层钢制高压储氢容器
- 2) 设计压力: 98MPa
- 3) 有效容积: 1m<sup>3</sup>

用途: 该项目是 丰田汽车研发中心(中国)有限公司燃料电池汽车氢气充填建设项目中为增压设备配套的高压储氢罐, 此储氢罐具有平衡高压压缩机的缓冲功能, 且保证在快速充填氢气时保持足够的氢气以满足氢气充填的规格要求, 完成丰田未来 Mirai 汽车的路测需求。

客户反馈意见:

浙江大学郑津洋教授通过多年的自主研发, 创建基于失效模式的全多层高压储氢容器设计方法, 发明内置式曲面耦合超声相控阵检测技术, 攻克了高压氢气安全、经济、规模储存核心技术难题, 主持研制成功了世界最大容积的 98MPa 全多层高压储氢容器 (98MPa、1m<sup>3</sup>), 于 2017 年 8 月应用于丰田常熟加氢站。设备自运行以来状况良好, 满足加氢站储氢和加氢的各项工艺需求, 保障了丰田未来 Mirai 汽车的路测任务顺利完成。

单位 (盖章): 上海岩谷有限公司

2019 年 1 月 28 日



# 中国特种设备检测研究院

---

## 证明

中国特种设备检测研究院于 1979 年 10 月经国务院批准成立，是隶属于国家质检总局的局级科研事业单位，是国家质检总局核准的特种设备综合检验机构。

我国是世界上聚烯烃及其复合管产销量最大的国家。这种管道具有耐腐蚀、柔性好、寿命长等优点，但存在性能预测难、缺陷检测难、安全评定难等行业共性技术瓶颈，难以满足油气输送、核电等领域高安全性的迫切需求。

在国家科技支撑计划课题等的持续支持下，浙江大学郑津洋教授领衔的团队在聚烯烃及其复合管道设计制造、无损检测、安全评定等方面取得了系列发明成果，在国际上首次制定了聚乙烯管道焊接接头超声检测与安全评定国家标准：GB/T 29461《聚乙烯管道电熔接头超声检测》和 GB/T 29460《含缺陷聚乙烯管道电熔接头安全评定》。研究成果为聚烯烃及其复合管安全保障提供了先进实用技术，显著提升了聚烯烃及其复合管的本质安全性，推动并支撑了聚烯烃及其复合管在油气输送、核电等高风险领域的应用，为我院开展埋地聚乙烯管道检验检测与安全评价发挥了关键作用。

单 位（盖章）：中国特种设备检测研究院

单位联系人：邓贵德

单位联系电话：010-59068593、15101128587

2017 年 12 月 23 日

---



## 应用评价

上海纳川核能新材料技术有限公司是福建纳川管材科技股份有限公司(证券代码:300198)在上海为研制核电站高密度聚乙烯管道而专设的高端制造子公司,是国内领先的高科技环保产业公司,是国内高密度聚乙烯(HDPE)英制管材口径最大、规格最全的塑料管道生产商之一。

公司于2015年进入核电非金属管道领域,并与上海中广核工程科技有限公司联合成立国内首家“核电站非金属材料工程技术研究中心”,从事核电站超大壁厚、超大口径高密度聚乙烯管道的研发与生产工作。该中心入选上海市工程技术中心(上海市科委)。目前已具备D900(36英寸)、DR9(壁厚达102mm)以上的高密度聚乙烯实壁管的研制、生产与安装能力,为核电HDPE管道国产化提供了强有力的支撑。本公司2017年参与了大亚湾核电站核级HDPE管道的改造工程,并取得了成功。

核电站高密度聚乙烯管安全性要求极高,且服役性能会随时间、温度等发生变化,难以预测。特别是直径超过400mm以上的高密度聚乙烯管,国内外相关的技术标准空白,更没有相应的无损评价方法。浙江大学郑津洋教授领衔的研究团队研制聚烯烃及其复合管专用超声检测系统,成功对世界首座AP1000核电站直径达30英寸的高密度聚乙烯管进行无损检测,并实现了缺陷的自动识别与安全评定。该成果显著提升了核电站聚乙烯管全寿命周期的安全性与可靠性,为我国核电技术的系统国产化提供了强有力的技术支撑,对我国核电站技术的引进、吸收和再创造做出了重要贡献。

单位(盖章):

上海纳川核能新材料技术有限公司

单位联系人:卢家宝 总经理

单位联系电话:021-23503978, 18918137318

2017年10月15日





## 关于《低噪声微型屏蔽泵技术开发》验收证明

浙江大学：

委托贵单位开发的，该项目组已完成低噪声微型屏蔽泵样机的研制工作，并于2021年12月5日开展样机测试，依据检测报告结果，该产品达到了样机要求的技术指标和验收标准。按照双方约定的验收方式，我单位现已验收完毕。

特此证明！

宁波洛卡特汽车零部件有限公司

2021年12月10日





# 科学技术成果登记证书

登记号: 18015123

经公示无异议, “高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术研发及应用”

登记为浙江省科学技术成果, 特发此证。

完成单位: 浙江大学, 浙江中达机器制造股份有限公司, 杭州科技职业技术学院, 杭州索凯实业有限公司

完成人: 许忠斌、罗晓晔、聂鹏程、林波、周巨栋、袁卫明、王金莲、

王珏、周祥、王萌、刘国林、林增荣、张本西

发证机关:

发证日期: 2018 年 4 月 11 日



# 科学技术成果鉴定证书

签字 [2018] 第11-1号

成果名称：高效节能精密-微型注塑成套装备  
关键技术研发及应用

完成单位：浙江大学  
浙江申达机器制造股份有限公司  
杭州科技职业技术学院  
杭州索凯实业有限公司

鉴定形式：会议鉴定

组织鉴定单位：浙江省机械工程学会（盖章）



鉴定日期：2018年11月23日

鉴定批准日期：2018年11月26日

国家科学技术委员会

一九九四年制

## 鉴 定 意 见

2018年11月23日,浙江省机械工程学会在杭州组织召开了由浙江大学、浙江申达机器制造股份有限公司、杭州科技职业技术学院、杭州索凯实业有限公司联合完成的“高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术研发及应用”项目成果鉴定会。专家组听取了项目汇报,审查了相关技术资料,经质询和讨论,形成鉴定意见如下:

1.提供鉴定的资料齐全、规范,符合鉴定要求。

2.项目首次提出了差动传动微型注塑机的微量注射方法,创造性地将注射系统与差动螺旋原理相结合,解决了微注塑过程中难以控制微小注射量以及控制注射精度的问题,发明了高精度差动传动的螺杆-柱塞复合式注射装置、新型注塑模具,提高了制品的成型质量。

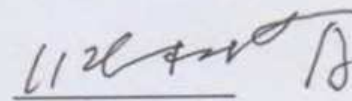
3.项目采用振动柱塞交替往复运动构建叠加振动场,结合低频脉冲动力,消除了充模过程中制品缺陷。发明了一种多元场量作用下振动加工与制品成型一体化装置,揭示了制品性能与工艺条件之间的影响规律,建立了振动叠加技术在注塑充模过程应用的理论与方法。

4.项目首次提出了直接背压反馈控制的电动塑化驱动方法,开发了一种全新的直接背压反馈控制的电动塑化驱动装置。构建了节能成型的控制模型,提高了精密注塑机的自动化程度、降低了能耗。

5.应用上述技术生产的精密注塑机及微注塑机,经过国家轻工业造纸食品日用化工塑料机械质量监督检测中心检测,所测技术性能指标符合相关标准和浙江省科技计划合同书要求,经用户使用反应良好,取得了显著的经济与社会效益。

鉴定委员会认为,该项目成果总体达到了国际同类研究的先进水平。其中差动传动的微型注塑技术、振动柱塞交替往复振动构建叠加振动场技术达到了国际领先水平。同意通过鉴定。

鉴定委员会主任:





组 织 鉴 定 单 位 意 见

同意鉴定验收意见！

鉴定单位：（盖章）

2018 年 11 月 25 日





**某粉末 Udimet • 720Li 合金盘轴一体涡轮盘爆裂与剩余低循环疲劳寿命试验研究验收评审意见**

2021 年 12 月 14 日，浙江大学参加了中国航发湖南动力机械研究所线上组织的某粉末 Udimet•720Li 合金盘轴一体涡轮盘爆裂与剩余低循环疲劳寿命试验研究验收评审会，参加会议的有中国航发湖南动力机械研究所、浙江大学共 2 家单位 8 名代表。会议成立了评审组，听取了浙江大学作的《某粉末 Udimet •720Li 合金盘轴一体涡轮盘爆裂试验报告》和《某某粉末 Udimet • 720Li 合金盘轴一体涡轮盘剩余低循环疲劳寿命试验报告》的汇报，经质询、讨论，形成评审意见如下：

1.2021 年 9-11 月期间，浙江大学按照“某粉末 Udimet 合金盘轴一体涡轮盘爆裂与剩余循环疲劳寿命试验研究合同及其技术协议”的规定完成了爆裂与剩余循环疲劳寿命试验，试验过程中温度、转速等参数满足技术协议要求，试验过程质量可控，试验结果真实有效。

2.浙江大学按技术协议要求完成规定全部内容，并提供了相关资料及数据，满足验收要求。

最终评审组同意某粉末 Udimet • 720Li 合金盘轴一体涡轮盘爆裂与剩余低循环疲劳寿命试验研究通过验收评审。

评审组组长： 

年 月 日

## 鉴 定 意 见

2021年6月25日,浙江省技术经纪人协会在杭州组织专家组成鉴定委员会,对由浙江大学、宁波大榭开发区天正模具有限公司、浙大宁波理工学院、浙大城市学院、杭州科技职业技术学院联合完成的“高端轻量化模具设计试验与智能控制关键技术及产业化应用”项目进行鉴定。鉴定委员会听取了项目组汇报,审阅了相关资料,经质询和讨论,形成如下鉴定意见:

一、提供的资料齐全、规范,符合鉴定要求。

二、该项目取得以下主要研究成果:

1、提出了真空轻量化模具的多目标优化设计方法,研发了同步填充过程、产品品质与外观参数、顶出过程平衡等多目标的协同优化设计软件,采用液压真空阀和高气密性结构优化设计,实现生产过程的高真空度,研制出真空度达 50mbar 的镁合金副车架压铸模具。

2、提出新型压铸模具模拟试验方法,发明了模具材料试件热疲劳试验装置和模具冷却过程模拟试验机,建立用于模具型腔表面热响应与模具温度均匀性的数值模型,构建高效长寿的热循环压铸成型理论,为大型模具温度场均衡分布优化设计和高温高压条件下的模具寿命检测提供参考依据。

3、发明了微发泡注塑模具成套技术,通过增压冷却、过程排气优化、可拆卸模具维护装置、推出平衡等设计,系统地优化了微发泡模具成型加工过程,实现精密的微发泡成型过程和微发泡成型模具的延寿。

4、研制了模具推杆类部件压力在线检测装置,开发了智能化模温调控技术,构建了基于云数据库的压铸模具智能化运行维护管理系统,实现了远程集中采集和展示模具状态信息,评估模具健康状态,智能化预警决策。



三、该项目获国家发明专利 13 项、其中 PCT 专利一项，实用新型专利 18 项，软件著作权 2 项，发表论文 22 篇，获得模具行业精模奖两项。研究成果已成功应用于多家汽车、通讯、照明、电气及大型铝镁合金压铸专业生产制造企业，应用上述技术生产的模具及相关产品，经检测技术性能指标符合相关标准，用户使用反映良好，取得了显著的经济和社会效益。


鉴定委员会认为，该项目成果总体达到了国际先进水平，其中真空轻量化模具的多目标优化设计技术、新型压铸模具模拟试验技术和智能化模温调控技术达到国际领先水平。同意通过鉴定。

鉴定委员会主任：蒋炳炎 副主任：陈百东

2021 年 6 月 25 日

附表 3

## 应用证明

项目名称	舰船低振动低噪声泵关键技术			
应用单位	江苏振华海科装备科技股份有限公司			
单位注册地址	江苏省泰州市姜堰区姜堰大道 9 号			
应用起止时间	2019 年 01 月-2021 年 12 月			
经济效益 (万元)				
年份	新增销售额	新增利润	新增税收	节支总额
2019	11217.94	2528.25	1397.56	
2020	14395.57	3248.98	1534.29	
2021	12564.39	2831.71	918.27	
累计	38177.9	8608.94	3850.12	
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据:</p> <p>统计了江苏振华海科装备科技股份有限公司在应用浙江大学的舰船低振动低噪声泵关键技术后, 2019 年至 2021 年间在调倾泵、淡水冷却泵和小均衡泵等舰船关键泵组产品所取得的新增销售额、新增利润和新增税收。</p> <p>计算依据如下:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 新增销售额计算依据: 统计了利用该技术开发的产品, 实际产生的年销售数据。</li> <li>2. 按照产品归集生产成本, 期间费用按销售额所占比例进行分摊, 计算新增利润。</li> <li>3. 企业税收/主营业务收入×新增销售额=新增税收。</li> </ol>				
<p>具体应用情况:</p> <p>江苏振华海科装备科技股份有限公司作为国内品种齐全、专业的舰船用泵、电机配套企业, 是海军舰船用泵和电机的研发基地。为了有效提高舰船泵振动噪声控制水平, 从源头抑制流体激振力, 我司长期委托浙江大学开展舰船低振动低噪声泵关键技术研究, 低振动水力模型和振动特性分析及优化技术已在调倾泵、淡水冷却泵和小均衡泵等关键舰船泵组上应用, 在艇上稳定运行超过 3 年, 减振降噪效果和经济效益明显。</p>				
 应用单位财务章 年月日		 应用单位盖章 年月日		

注: 专用项目如无经济效益, 可不填经济效益相关栏目。



# 用户产品使用反馈意见表

尊敬的用户：


非常感谢您选用我中心生产的产品，我们在不断提升产品品质的同时，更希望能了解您在使用我们产品过程中的意见或建议，对此我们表示由衷的感谢！

产品名称	HR10D 下立式转子高速旋转试验台			
用户单位	Atlas Copco (Wuxi)		联系人	陶国斌
调查反馈内容	产品性能	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	使用效果	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	售后服务	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	交付工期	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	交付价格	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
满意度		很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
对本产品运行反馈评价： 本试验台于2020年6月交付我司使用。期间运行良好，最高转速4万r/min，最大工件直径1000mm，大幅降低了我司工件的超速成本和周期，提高了我司的生产效率。				
单位盖章 日期 2021.05.19				

# 用户产品使用反馈意见表

尊敬的用户：

非常感谢您选用我中心生产的产品，我们在不断提升产品品质的同时，更希望能了解您在使用我们产品过程中的意见或建议，对此我们表示由衷的感谢！

产品名称	HR15D 下立式转子高速旋转试验台			
用户单位	杭州杭氧透平机械有限公司	联系人	周奇云	
调查反馈内容	产品性能	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	使用效果	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	售后服务	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	交付工期	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	交付价格	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
满意度		很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
<p>对本产品运行反馈评价：</p> <p>本试验台在我公司生产运行中，操作简便，性能稳定，符合我公司产品的超速试验要求。</p> <div><div></div><div>日期 2021.5.20</div></div>				

# 用户产品使用反馈意见表

尊敬的用户：

非常感谢您选用我中心生产的产品，我们在不断提升产品品质的同时，更希望能了解您在使用我们产品过程中的意见或建议，对此我们表示由衷的感谢！

产品名称	HR6D 下立式转子高速旋转试验台			
用户单位			联系人	
调查反馈内容	产品性能	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	使用效果	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	售后服务	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	交付工期	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
	交付价格	很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
满意度		很满意 <input checked="" type="checkbox"/>	基本满意 <input type="checkbox"/>	不满意 <input type="checkbox"/>
对本产品运行反馈评价：  本试验台的最高转速由 6.5 万 r/min 提高到 10 万 r/min，运行稳定可靠性高。				
<div>单位盖章</div> <div>日期 2021.5.20</div>				

## 专利（申请）权转让合同

甲方：钱锦远

乙方：中核苏阀科技实业股份有限公司

经双方平等协商，甲方同意将其申请的专利名为“一种高压差调节阀内多级降压套筒结构参数优化方法”的专利（申请）权完全转让给乙方。本合同生效后，由乙方享有本专利的所有权利，并承担本专利的所有义务。

专利号：ZL201910440788.0

专利名称：一种高压差调节阀内多级降压套筒结构参数优化方法

申请日期：2019年5月24日

甲方：（负责人签字）

钱锦远

乙方：（单位公章）



2020年11月30日

2020年11月30日



## 专利（申请）权转让合同

甲方：钱锦远

乙方：中核苏阀科技实业股份有限公司

经双方平等协商，甲方同意将其申请的专利名为“一种减磨损的阀门密封结构及其方法”的专利（申请）权完全转让给乙方。本合同生效后，由乙方享有本专利的所有权利，并承担本专利的所有义务。

专利号：ZL201911423814.5

专利名称：一种减磨损的阀门密封结构及其方法

申请日期：2019年12月31日

甲方：（负责人签字）



乙方：（单位公章）



2020年11月30日

2020年11月30日

## 专利（申请）权转让合同

甲方：钱锦远


乙方：中核苏阀科技实业股份有限公司

经双方平等协商，甲方同意将其申请的专利名为“带储热装置的高压气瓶瓶口阀及气瓶充放气温度控制方法”的专利（申请）权完全转让给乙方。本合同生效后，由乙方享有本专利的所有权利，并承担本专利的所有义务。

专利号：ZL201910663470.9

专利名称：带储热装置的高压气瓶瓶口阀及气瓶充放气温度控制方法

申请日期：2019年7月22日

甲方：（负责人签字）

乙方：（单位公章）



2020年10月30日

2020年10月30日

## 专利（申请）权转让合同

甲方：钱锦远

乙方：中核苏阀科技实业股份有限公司

经双方平等协商，甲方同意将其申请的专利名为“一种多级孔板缓冲螺旋型导轨稳压装置及其方法”的专利（申请）权完全转让给乙方。本合同生效后，由乙方享有本专利的所有权利，并承担本专利的所有义务。

专利号：ZL201910414771.8

专利名称：一种多级孔板缓冲螺旋型导轨稳压装置及其方法

申请日期：2020年5月17日

甲方：（负责人签字）



乙方：（单位公章）



2020年9月30日

2020年9月30日

## 专利（申请）权转让合同

甲方：钱锦远

乙方：中核苏阀科技实业股份有限公司

经双方平等协商，甲方同意将其申请的专利名为“一种阀门耦合振动测试装置及测试方法”的专利（申请）权完全转让给乙方。本合同生效后，由乙方享有本专利的所有权利，并承担本专利的所有义务。

专利号：ZL201910414773.7

专利名称：一种阀门耦合振动测试装置及测试方法

申请日期：2019年5月17日

甲方：（负责人签字）



乙方：（单位公章）



2020年9月30日

2020年9月30日

## 专利（申请）权转让合同

甲方：钱锦远

乙方：中核苏阀科技实业股份有限公司

经双方平等协商，甲方同意将其申请的专利名为“一种圆形阀芯底面不平衡力矩测量装置及测量方法”的专利（申请）权完全转让给乙方。本合同生效后，由乙方享有本专利的所有权利，并承担本专利的所有义务。

专利号：ZL201910412747.0

专利名称：一种圆形阀芯底面不平衡力矩测量装置及测量方法

申请日期：2019年5月17日

甲方：（负责人签字）



乙方：（单位公章）



2020年9月30日

2020年9月30日





# 国家科学技术进步奖 证书

为表彰国家科学技术进步奖获得者，  
特颁发此证书。

项目名称：重型压力容器轻量化设计制造  
关键技术及工程应用

奖励等级：二等

获奖者：浙江大学



2017年12月6日

证书号：2017-J-216-2-04-D02





# 国家科学技术进步奖 证书

为表彰国家科学技术进步奖获得者，  
特颁发此证书。

项目名称： 氢气规模化提纯与高压储存装备  
关键技术及工程应用

奖励等级： 二等

获奖者： 浙江大学



2021年9月23日

证书号： 2020-J-216-2-01-D01





# 浙江省科学技术进步奖 证书

为表彰浙江省科学技术进步奖获得者，  
特颁发此证书。

项目名称：高效节能精密－微型注塑成套装备关键技术研发  
及应用

奖励等级：一等奖

获 奖 者：许忠斌



证书号：2019-J-1-016-R01





# 浙江省科学技术进步奖 证书

为表彰浙江省科学技术进步奖获得者，  
特颁发此证书。

项目名称：高性能非金属管道设计制造关键技术开发及应用

奖励等级：一等奖

获 奖 者：施建峰



证书号：2019-J-1-003-R03



**获奖项目: 极端服役条件聚烯烃及其钢丝  
增强复合管道关键技术与应用**

**获奖单位: 浙江大学**  
(第1完成单位)

**奖励等级: 技术发明奖二等奖**

**奖励日期: 2019年1月**

**证 书 号: 2018-172**





证



书

# 中国标准创新贡献奖

为表彰二〇二〇年中国标准创新贡献  
奖获得者，特颁发此证书。

标准项目名称：GB/T 34019—2017《超高压容器》

奖励等级： 二等奖

获奖单位： 浙江大学

证书编号： 2020-60-2-17-D02



二〇二〇年十月



二〇二〇年十月





国家知识产权局

STATE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
OF THE PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

# 中国专利优秀奖

名称 容器应变强化系统及其所生产的奥氏体不锈钢低温容器

专利号 ZL200710119161.2

发明人 郑津洋 刘春峰 徐平 施才兴  
杨健 王浩铭 杨进 方圆

专利权人 中国国际海运集装箱(集团)股份有限公司  
浙江大学  
张家港中集圣达因低温装备有限公司

申长雨

中华人民共和国  
国家知识产权局局长

北京 2017 年 12 月





# 浙江省科学技术进步奖 证书

为表彰浙江省科学技术进步奖获得者，  
特颁发此证书。

项目名称：低噪声高速微型泵的研究开发与工业应用

奖励等级：三等奖

获 奖 者：吴大转

证书号：2018-J-3-106-R01







# 浙江省科学技术进步奖 证书

为表彰浙江省科学技术进步奖获得者，  
特颁发此证书。

项目名称：低噪声高速微型泵的研究开发与工业应用

奖励等级：三等奖

获奖者：浙江大学

证书号：2018-J-3-106-D01







# 中国有色金属工业科学技术奖

## 证书

为表彰中国有色金属工业科学技术奖  
获得者，特颁发此证书。

项目名称：高端轻量化模具设计试验与智  
能控制关键技术及产业化应用

奖励等级：二等奖

获奖者：许忠斌



2021年12月31日

证书号：中色协科字[2021]190-2021160-R01





# 证书

国科奖社证字第0123号

为表彰发明创业奖创新奖获得者，特颁发  
此证书。

项目名称： 高端轻量化模具设计试验与智能控制  
关键技术及产业化应用

奖励等级： 一等

完成单位： 浙江大学、宁波大榭开发区天正模具  
有限公司、杭州科技职业技术学院、  
浙大宁波理工学院、浙大城市学院

完 成 人： 许忠斌 张小岩 谭小红 张学昌  
李继强 王鹏飞

证书号： 2021-CAICX-1-J14







# 浙江省科学技术进步奖 证书

为表彰浙江省科学技术进步奖获得者，  
特颁发此证书。

项目名称：多工位中频感应加热内衬 PE 复合钢管

奖励等级：三等奖

获 奖 者：钱锦远



证书号：2019-J-3-038-R06



国科奖社证字第0191号

**2020年中国产学研合作创新与促进奖**  
**产学研合作创新奖**  
**获奖证书**

**许忠斌** 同志

为表彰在产学研协同创新中作出突出贡献的单位和个人，在科技部和国家科技奖励办支持下，设立了中国产学研合作创新与促进奖。经评审，授予你 2020年中国产学研合作创新奖。

特颁此证。

证书号：20203213

中国产学研合作促进会

2021年1月

## 附件 2

### 重大技术突破及应用案例清单

序号	技术名称	技术突破情况	支撑重大科技任务和工程情况	产业化应用典型案例
1	重型压力容器轻量化设计制造关键技术	开发出苛刻环境压力容器安全性能测试装置，系统研究了材料许用强度系数调整对重型压力容器失效模式和损伤机理的影响，建立了一套轻量化的可靠性设计制造共性技术方法；突破了国产材料许用强度评价、基于寿命的高温强度设计、焊接热处理工艺控制等关键技术；通过奥氏体不锈钢低温强化和应变强化实现轻量化，解决了国产材料适用判据、基于低温性能的结构强度设计、应变强化工艺优化和控制等难题。成果获 2017 年度国家科技进步二等奖	相关成果被国家技术标准采纳，为国家安全技术规范节材设想有效实施提供了关键技术支撑；研制出轻量化加钒钢制大型加氢反应器（最大直径 5500mm，壁厚减薄近 20mm，节材 5~10%）；研制出轻量化深冷储运容器（最大容积 550m <sup>3</sup> ，节材 25~45%）	国内目前最大规模的广西石化 400 万吨/年渣油加氢脱硫装置为例，其核心设备为 10 台 $\phi$ 5200mm 的 2.25Cr1Mo0.25V 锻焊式加氢反应器。通过应用本研究成果在广西石化率先实现了加氢反应器轻量化，节材 5-10%，节材约 1000 吨，创造了良好的社会效益。
2	氢气规模化提纯与高压储存装备关键技术	发明 140MPa 材料高压氢气环境氢脆原位检测装置，独创钢带错绕式全多层储氢高压容器技术，设计并主持研制出系列大容积储氢高压容器，发明内置曲面耦合超声相控	研制成功大容量高压储氢装备，实现了关键核心装备的自主可控、批量生产，以及相关国际国内标准从无到有的突破。研制成功的世界最大容积 98MPa 储氢高压容器、我国首台	开发的高性能低成本全多层储氢高压容器，由浙江巨化装备工程集团有限公司独家批量制造，已形成 2 大系列 8 个规格产品，在国家能源集团江苏如皋加氢站、丰田常熟加

		<p>阵检测方法，解决储氢高压容器氢损伤现场检测难题。成果获 2020 年度国家科技进步二等奖</p>	<p>70MPa 车载碳纤维全缠绕铝内胆高压氢气瓶等系列产品，在上海汽车集团自主品牌氢燃料电池乘用车项目、日本丰田公司在华首座加氢站建设、北京奥运会氢能示范项目等工程中发挥了重大作用</p>	<p>氢站、北京冬奥会加氢站等二十余座加氢站或实验室成功应用，使我国成为国际上自主设计制造最大容量 98MPa 储氢容器的国家（单台容积达到 1m<sup>3</sup>），打破了国外垄断，是为数不多的实现自主生产的加氢站核心部件</p>
3	<p>高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术</p>	<p>提出了差动传动微型注塑机的微量注射方法，创造性的将注射系统与差动螺旋原理相结合，解决了微注塑过程中难以控制微小注射量以及控制精度的问题。成果获浙江省科技进步一等奖</p>	<p>高效精密注塑机与传统液压机对比整机节能达到 45%-65%，位置控制精度 0.01mm，制品质量重复精度 0.1%，开模重复定位精度 0.03mm，顶出定位精度 0.01mm，绿色节能高效微注塑机注射压力 240MPa，实现对注射速度和压力的闭环控制，注射速度 304mm/s；温控精度 <math>\pm 0.5^{\circ}\text{C}</math></p>	<p>打破了精密注塑和微注塑成型工艺技术及模具等配套设备长期依赖进口的局面。高效节能精密-微型注塑成套装备关键技术的应用推广，经济与社会效益显著。替代目前昂贵的同类国产进口，带来相关经济效益显著。</p>
4	<p>高性能非金属管道设计制造关键技术</p>	<p>探明了管道爆破、屈曲、端部鼓胀等失效机制，提出了复合管性能预测及与基于寿命的优化设计方法，构建了非金属管材性能测试新平台，实现内压、大挠度等组合载荷下管材性能的检测、验证以及损伤演化规律分析；提出了系统完整的非金</p>	<p>牵头制定了聚乙烯管道电熔接头无损检测与安全评定的国家标准，支撑并推动了 PSP 成为我国产量和用量最大的复合管。高参数 PSP 的工程压力从 1.0MPa 提升至 3.5MPa，公称直径从 400mm 提升至 800mm，研制的产品和发明的连接及柔性铺设技术在新</p>	<p>三门核电站一期工程厂区铺设两条高密度聚乙烯管线。HDPE 管由美国 ISCO 公司制造与安装，外径 30in（762mm），SDR9，每段 12m。研制的超声相控阵超声检测技术应用于核电站用 DN762 DR9 的超大壁厚 HDPE 管接头的内部缺陷</p>

		属管道缺陷分类方法，发明了管道接头检测的超声相控阵和耦合聚焦技术。成果获浙江省科技进步一等奖	疆罗布泊盐田采收、大连海底管道、港珠澳大桥输水工程等国家重大工程中得到全面推广应用，并远销欧美及印度、伊朗等“一带一路”国家	检测，为该 HDPE 管线的铺设工作和焊接工作提供技术评价依据，实现进口核电管道装备的质量把控。
...				