

中国石油大学（华东） 可产业化成果汇编



主办单位：中国石油大学（华东）技术转移中心

通讯地址：山东省青岛市西海岸新区长江西路 66 号

邮政编码：266580

联系电话：（0532）86981833

传 真：（0532）86981833

网 址：<http://www.upc.edu.cn/>

电子邮箱：zangzewe88@163.com

二〇二〇年十二月

学校简介

中国石油大学是教育部直属全国重点大学，是国家“211工程”重点建设和开展“985工程优势学科创新平台”建设并建有研究生院的高校之一。2017年学校进入国家“双一流”建设高校行列。中国石油大学（华东）是教育部和五大能源企业集团公司、教育部和山东省人民政府共建的高校，是石油石化高层次人才培养的重要基地，被誉为“石油科技、管理人才的摇篮”，现已成为一所以工为主、石油石化特色鲜明、多学科协调发展的大学。

学校现有青岛、东营两个校区，校园总面积5024亩，建筑面积140万平方米，图书馆藏书315万册。青岛校区地处迷人的帆船之都、海滨之城，享有极高美誉的青岛。东营校区地处黄河三角洲的中心城市、生态之城、石油之城——山东东营。两校区均位于“蓝黄”两大国家战略重点区域，青岛校区所在地同时也属于2014年新设立的国家级新区——青岛西海岸新区。学校建有研究生院，有地球科学与技术学院、石油工程学院、化学工程学院、机电工程学院、储运与建筑工程学院、材料科学与工程学院、新能源学院、海洋与空间信息学院、控制科学与工程学院、计算机科学与技术学院、经济管理学院、理学院、外国语学院、文法学院、马克思主义学院、体育教学部等16个教学学院（部），以及荟萃学院、国际教育学院、远程教育学院和继续教育学院。

学校现有矿产普查与勘探、油气井工程、油气田开发工程、化学工艺、油气储运工程等5个国家重点学科，有地球探测与信息技术、工业催化等2个国家重点（培育）学科。工程学、化学、材料科学、地球科学、计算机科学等5个学科领域进入ESI全球学科排名前1%，其中工程学学科进入ESI全球学科排名前1%，石油与天然气工程、地质资源与地质工程2个一级学科入选国家“双一流”建设计划，石油与天然气工程、地质资源与地质工程、安全科学与工程、地质学、化学工程与技术、地球物理学等6个一级学科进入教育部第四轮学科评估全国前十名。有11个博士后流动站，14个博士学位授权一级学科，3个博士学位授权自主设置二级学科，9个博士学位授权自主设置交叉学科，2种博士专业学位授权类别，32个硕士学位授权一级学科，1个硕士学位授权二级学科，15种硕士专业学位授权类别，68个本科专业。学科专业覆盖石油石化工业的各个领域，石油主干学科总体水平处于国内领先地位。

学校教育体系完备，各类教育层次结构合理，现有全日制在校本科生近19000人、研究生9500余人，留学生1000余人，函授网络在籍生8.7万余人。建校以来，学校始终坚持以人才培养为根本任务，着力打造人才培养质量品牌，赢得了广泛的社会声誉。从广大校友中涌现出大批杰出人才，走出了20多位两院院士以及一大批石油石化行业领军人物和工程技术骨干。自国家实行毕业生双向选择就业政策以来，毕业生就业率连续26年保持在90%以上，2004年被国务院授予“全国就业先进工作单位”荣誉称号，2011年入选50所全国毕业生就业典型经验高校，2019

年入选“国家创新人才培养示范基地”。

学校拥有一支师德高尚、业务精湛、结构合理、充满活力的高素质教师队伍。现有教师 1700 余人，其中教授、副教授 1100 余人，博士生导师 267 人。有两院院士 13 人（含双聘），国家“万人计划”科技创新领军人才 5 人，长江学者特聘教授 3 人，国家杰出青年科学基金获得者 5 人，“973 计划”项目首席科学家 1 人，国家“百千万人才工程”入选者 13 人；中青年科技创新领军人才 6 人，长江学者青年学者 4 人，国家优秀青年科学基金获得者 4 人，“新世纪优秀人才支持计划”入选者 22 人，中国青年科技奖获得者 4 人，教育部高校青年教师奖、霍英东教育基金会青年教师基金及青年教师奖获得者 11 人；泰山学者攀登计划专家 3 人，泰山学者特聘专家 17 人，泰山学者青年专家 18 人；山东省有突出贡献的中青年专家 18 人；山东省自然科学杰出青年基金获得者 12 人。国家“万人计划”教学名师 2 人，国家级教学名师奖获得者 1 人，省级教学名师 10 人，全国模范教师 4 人，全国优秀教师 2 人。国家自然科学基金创新研究群体 1 个，教育部创新团队 3 个，山东省优秀创新团队 2 个，泰山学者优势特色学科人才团队 1 个；全国高校黄大年式教师团队 1 个，国家级教学团队 3 个，山东省高校黄大年式教师团队 1 个，山东省教学团队 11 个。

学校是石油石化行业科学研究的重要基地，在基础理论研究、应用研究等方面具有较强实力，在 10 多个研究领域居国内领先水平和国际先进水平。现有重质油国家重点实验室、海洋物探及勘探设备国家工程实验室、非常规油气开发教育部重点实验室、油气加工新技术教育部工程研究中心、石油石化新型装备与技术教育部工程研究中心等众多国家及省部重点实验室和研究机构。学校重视科技成果的产业化，建有国家大学科技园，学校企业山东石大科技集团有限公司、山东石大胜华化工股份有限公司既是国家级高新技术企业，也是石油石化行业重要的科研中试及工业试验基地。

学校坚持开放办学，不断拓展社会服务领域和发展空间，与国内 60 多家地方政府、大型企事业单位签署了全面合作协议。学校重视国际交流与合作，已与美国、法国、加拿大、澳大利亚、英国、俄罗斯等 45 个国家和地区的 186 所高等院校和学术机构建立了实质合作交流关系。聘请了百余名著名专家、知名人士为我校兼职教授、名誉教授和客座教授。近年来，国际合作交流项目逐步增加，呈现出良好的发展前景。

建校 60 多年来，学校形成了鲜明的办学特色，办学实力和办学水平不断提高。在新的历史时期，学校坚持特色发展，开放发展，和谐发展，正在向着“石油学科世界一流、多学科协调发展的高水平研究型大学”的办学目标奋力迈进。

目录

深层大型油气田成藏理论技术	1
陆相湖盆低渗油藏碎屑岩优质储层成因机制、评价技术及其应用.....	6
陆相湖盆低渗油藏碎屑岩储层表征技术及其应用	12
基于深度学习与信息融合的高精度地震成像关键技术及工业应用.....	19
深部油气储层高精度地震成像技术及工业化应用	31
地震沉积学关键技术及其在陆相盆地中的工业化应用	40
远探测反射横波成像测井技术与装备	46
断裂、不整合精细刻画与油气输导有效性评价关键技术及应用.....	52
多类型复杂油气藏叠前地震直接反演技术及基础软件工业化.....	57
多功能可控中子源测井新方法及其关键技术	64
基于钻柱振动的深井钻井提速装备及技术	73
深水深地难钻地层井底诱导卸荷钻井提速装备与技术	79
气体辅助稠油高效开采理论与技术	86
冻胶分散体连续在线生产及注入一体化技术	95
低温煤焦油生产的粗酚的分离精制新工艺	102
低温煤焦油生产粗酚的环保新工艺	105
溶剂脱沥青副产的硬沥青调和制备重交道路沥青新工艺.....	108
由甲醛生产二羟基丙酮的新工艺	111
催化油浆生产沥青的新工艺	115
低阶煤提质联产油 CCCO 热解工艺技术	119
低温煤焦油的间对甲酚产品中脱除邻乙酚的精制技术	122
间甲酚和对甲酚的分离精制技术	125
用于柴油添加剂和环保溶剂的聚甲氧基二甲醚合成技术.....	129
由甲醛生产乙醇醛和乙二醇的新工艺	132
催化油浆静电深度脱固及装置技术	135
激光微织构梯度涂层的锚固与减磨技术	140
微织构-自润滑复合涂层技术	146
莲藕高效智能采收关键技术与装备研制	151
基于交流电磁场的海洋装备智能可视化检测技术及仪器.....	157

海上作业波浪补偿系统	163
2 秒速沸技术及 DCB 沸腾芯系统.....	168
后果嵌入、体能模拟与多人协同的超级 VR 模拟训练系统.....	179
潜油永磁同步电机直驱螺杆泵采油系统	186
隐形牙齿矫治器高效高质量制取关键技术及设备研发	192
金属棒管料的裂纹可控式低应力精密分离技术及设备	199
螺线驱动的仿生油水分离装置及技术	205
微型机器人在磁场加载下的结构变形、运动调控与装置研发.....	212
测量超细粉体筏张力的装置	218
油气临界分流取样计量技术	223
基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置及方法	229
侧压增强桩技术	236
再生大骨料自密实混凝土技术	241
基于地表变形的长距离埋地管道安全性快速判定	246
高精度及智能化 LNG 车载瓶液位计的研发.....	250
低温钢绞线及锚具低温环境力学性能检测装置和技术	257
低温钢筋及连接件低温环境力学性能检测装置和技术	260
低温环境混凝土性能检测装置和技术	263
特种灌浆料制备技术	266
耐高温酸化缓蚀剂	269
快充型动力锂电池硬碳负极材料	274
污水中多尺度污染物一体化处理方案的定制技术服务	277
基于有序孔材料的气体分离膜制备	283
高效蒸汽封窜协同化学降黏提高稠油采收率技术	289
大长径比管筒内壁脉冲等离子渗氮技术	294
电动汽车用高性能稀土永磁体规模化研究	299
绿色超疏水涂料	302
特种防垢防蜡合金及其装置技术	311
激光熔覆高性能涂层成套工艺	317
重力热管-高温空气源热泵联合加热装置	323
稠油热采次生硫化氢气体消除剂	325

可调压式分层注汽管柱	328
烟气/废气多污染物超低排放关键技术及装备	330
用于燃料电池气体扩散层的柔性生物质碳纸制备技术	333
采出液脱水工艺及成套装备技术	337
石油石化含油泥砂环保处置及资源化利用工艺及成套装备技术.....	343
石油/石化行业污水除油工艺及成套装备技术	350
污油泥高效抽送及快速脱液装置	356
重大承压设备焊接形性调控关键技术	362
便携关节式坐标测量机	367
基于文丘里管差压数据的气液两相流参数测量方法	372
基于因子分析的海底地貌类型分类器	376
自动化仿真实验系统	381
一种基于小波包分解的电厂设备故障检测方法	388
基于改进 BP 神经网络的电厂设备的状态监测方法	394
基于量体衣的图像多视角人体尺寸测量技术	399
移动线上问诊平台	409
随钻测量数据远程传输及地质导向决策技术	413
随钻陀螺与近钻头伽马、磁场成像测量仪研发与制造技术.....	419
石油大数据平台	427
基于深度学习的电力现场安全管控	432
面向复杂舆情的数据挖掘与新知识发现技术	438
AIoT 节水安防系统.....	470

可产业化成果介绍

一、成果名称

深层大型油气田成藏理论技术

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术以油型盆地找气为核心，以郝芳为首的研究团队长期与中海油天津分公司开展产学研合作，在生气机理、储层认识、成藏模式等方面开展攻关，提出了“湖盆成气”理论。同时，基于构造活化区深层油气富集机理的研究，建立了多元快速汇聚、超压动力封闭的天然气富集理论，为渤中 19-6 深层大型凝析气田的发现做出了重要贡献。该理论技术可广泛应用于油型母质生气潜力评价、深层油气成藏富集保存等领域。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国际先进水平，证实内陆裂谷盆地岩石圈减薄背景下的渤海湾盆地具有形成大气田的物质基础，并首创了超压动力封闭的晚期构造强活动区天然气富集成藏模式。中国石油大学（华东）作为第二完成单位获得 2019 年国家科技技术奖进步一等奖。

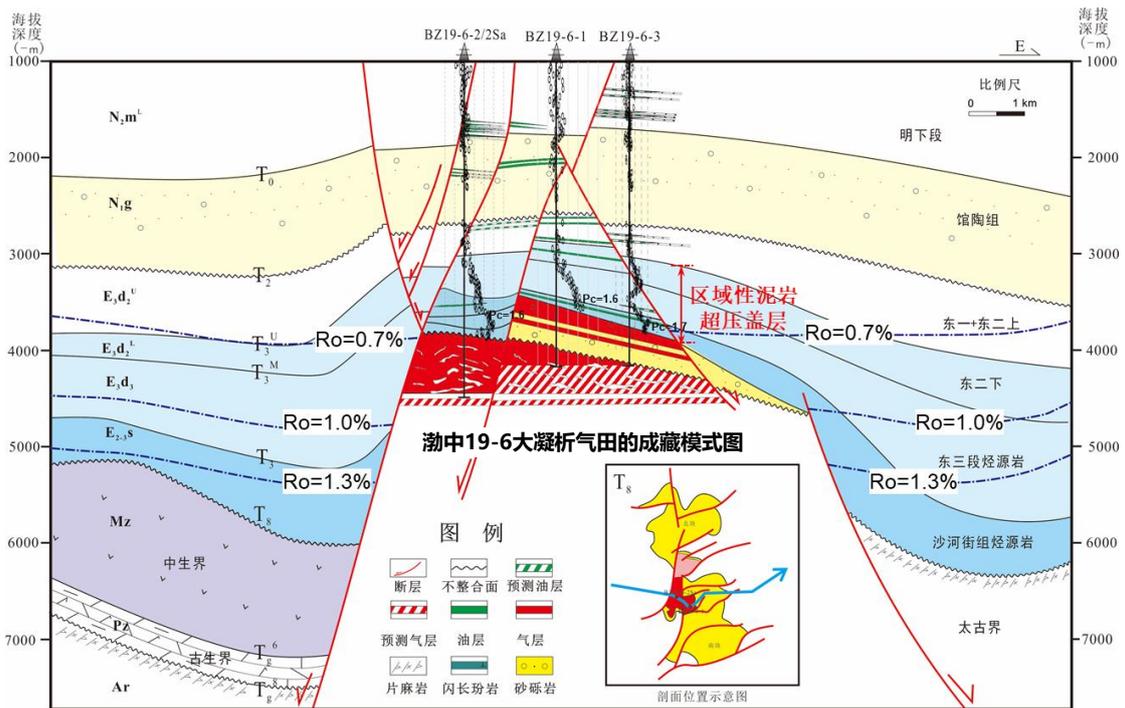


四、成熟度

(实验、中试或应用情况等, 可附图片)

渤中凹陷为华北克拉通岩石圈最薄、新生代沉积厚度最大的断裂活动区, 古近纪快速沉降形成 4 个次凹与 3 套 500-1500 米大面积湖相优质烃源岩。应用烃源岩热模拟实验, 揭示渤中凹陷的生气强度可高达每平方千米 50-200 亿方, 表明渤中凹陷具有良好的天然气资源勘探前景。

基于油气充注和超压恢复的综合研究, 阐明了渤中凹陷断裂活动区 5.1Ma 以来多次凹多层系多成因天然气快速强充注机制、东营组厚层超压泥岩动力强封盖机理, 这是构造活化背景下深层潜山大型凝析气藏动态保存的关键。



五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

长期以来，尽管关于有机质的生烃模式已有较系统的认识；但是不同的沉积盆地，尤其是陆相湖盆，生烃母质的非均质性强，烃源岩生气潜力与生气强度存在差异，不能简单套用国际的模式。渤海湾盆地是目前我国探明原油储量最多的盆地，也是我国石油产能最大的盆地，是典型的“油型盆地”，而且受新构造运动影响，原油主要富集与新近系储层。纵观国内外已发现的大气田，主要与厚层的膏盐岩盖层以及相对稳定的构造背景有关，然而渤中地区缺少膏盐岩盖层，而且构造活动较强烈，前人关于大气田富集理论总结无法满足构造活化背景下的深层油气聚集的研究需求。深层油气是深部生成聚集，还是浅部聚集深埋，仍是一个值得深入研究的难题。

商业模式为：以深层油气生运聚过程为研究主线，深入地拓展成烃、成储、成藏理论的一体化技术研究与应用，并参建了深层油气重点实验室，投资规模约在 1 亿以上(不包括厂房投入)。而且，实验室建设不仅满足本校的科研需求，还可对外提供技术服务，预期五年内实验室可创利税上千万。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

当前能源持续稳定供给关乎着国家安全，沉积盆地油气资源富集的差异与分布规律仍需深入研究，期望各油田与院校单位在烃源岩发育分布及主控因素、深层油气成藏机理与资源前景开展深度合作，合作方式包括联合实施。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：油气成藏科研团队共有教师 8 人，其中教授 2 人，副教授 4 人，讲师 2 人，国务院政府特殊津贴获得者 1 人。

2、研究方向：烃源岩的发育机理与主控因素、优质储层发育机理与分布、页岩油气差异聚集机理、深层油气成藏机理等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 40 余项；在国内外著名刊物发表论文 200 余篇，其中 SCI 收录 130

余篇；获国家发明专利 3 项；获国家级科技进步一等奖 1 项、国家自然科学二等奖 1 项、省部级科技成果一等奖 2 项，其中 1 项成果入选中国高校十大科技进展。

教授：郝芳（院士）、刘华

副教授：田金强、王广伟、纪文明、许启鲁

讲师：冯子齐、王奇



姓名：郝芳
职称：教授
称号：中国科学院院士；国务院特殊津贴获得者；教育部长江学者奖励计划特聘教授；国家杰出青年基金获得者；新世纪百千万人才工程国家级入选者；中国地质学会青年地质科技“金锤奖”
出生年月：1964.05



姓名：刘华
职称：教授
出生年月：1977.05



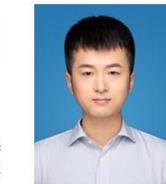
姓名：田金强
职称：副教授
出生年月：1981.06



姓名：王广伟
职称：副教授
出生年月：1986.08



姓名：纪文明
职称：副教授
出生年月：1987.01



姓名：冯子齐
职称：讲师
出生年月：1988.04



姓名：许启鲁
职称：副教授
出生年月：1989.01



姓名：王奇
职称：讲师
出生年月：1986.07

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzwei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

陆相湖盆低渗油藏碎屑岩优质储层成因机制、评价技术及其应用

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该成果揭示了低渗油藏碎屑岩储层低渗成因机制。发明了地质历史时期低渗碎屑岩储层物性量化恢复技术，形成了基于储层物性恢复的碎屑岩储层低渗过程分析技术，揭示了碎屑岩储层低渗成因机理，探究了钙质、硅质等胶结作用的成因机理，建立了碎屑岩储层低渗发育模式。阐明了低渗油藏优质碎屑岩储层发育机理。创建了低渗储层成岩-成藏系统，形成了基于成岩演化-物性演化-油气充注一体化分析的成岩-成藏系统研究方法；探究了埋藏环境下长石和碳酸盐矿物的溶解机理，突破了国际上次生孔隙发育理论的传统认识，创建了低渗油藏优质碎屑岩储层发育模式。形成了低渗油藏碎屑岩有效储层评价技术。厘定了低渗油藏碎屑岩储层评价参数，发明了基于有效开发物性下限的低渗油藏碎屑岩有效储层定量评价技术；创立了沉积成岩综合相及其识别技术，研发了基于沉积成岩综合相的低渗油藏碎屑岩有效储层预测技术。提出了陆相湖盆低渗碎屑岩油藏“三厘定一综合”的勘

探部署思路和“三划分一评价”的开发井网部署思路，实现了基础理论和技术方法与低渗油藏勘探开发实践的紧密结合。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该成果处于国际领先水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权，获得 2019 年度山东省科技进步一等奖。





四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该成果经历了十余年的研发，已经处于成熟阶段，开发出了系列技术，包括地质历史时期低渗碎屑岩储层物性量化恢复技术、基于储层物性恢复的碎屑岩储层低渗过程分析技术、基于成岩演化-物性演化-油气充注一体化分析的成岩-成藏系统研究方法、基于有效开发物性下限的低渗油藏碎屑岩有效储层定量评价技术、沉积成岩综合相及其识别技术、基于沉积成岩综合相的低渗油藏碎屑岩有效储层预测技术等。

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

陆相湖盆储集砂体复杂的“成岩-成储”过程，导致低渗油藏碎屑岩储层孔喉细小、结构复杂、非均质性强，进而导致石油低丰度富集且含油非均质性强，常表现出“有砂无储、有储无油、有油无产”的现象，使有效储层发育机理和分布规律成为制约低渗碎屑岩油藏高效勘探开发的核心科学问题，储层低渗成因机制、优质储层发育机理、有效储层量化评价与预测等成为陆相湖盆低渗油藏碎屑岩储层研究的世界性难题。长期以来，国内外在解决上述问题时，多采用静态、定性的方法，效果较差。本成果突出了动态分析和定量分析的手段，在低渗成因机制方面，定量恢复地质历史时期储层孔隙度和渗透率，精确厘定低渗形成时间和决

定因素；优质储层发育机理方面，揭示了封闭体系中碳酸盐矿物难溶、长石强溶蚀不增孔机理，阐明了原生孔隙主导型和次生孔隙主导型优质储层形成机理；有效储层评价方法方面，求取了经济极限初产油和孔喉结构约束的有效开发物性下限，厘定了不同成因类型低渗油藏评价参数，采用了物性差值作为评价参数，基于经济效益的有效储层量化评价；有效储层预测方法，形成了基于沉积成岩综合相的有效储层预测技术。

商业模式为：与油田企业合作或成立研发服务公司，以技术入股，实现该成果的产业化。投资规模约 500-2000 万，预计五年内科创产上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此，期望寻求石油地质技术服务行业的投资，合作方式主要为技术转让或许可。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：油气储层地质学科研团队共有教师 6 人，其中教授 3 人，副教授 3 人，国家百千万人才工程入选者、国家有突出贡献中青年专家、国务院政府特殊津贴获得者 1 人。

2、研究方向：沉积学及层序地层学、油气储层地质学（低渗透层、致密砂岩储层、深层-超深层优质储层）、非常规油气储层地质学。

3、科研成果：近五年承担国家科技重大专项、国家自然科学基金及省部级科研项目 20 余项；在国内外著名刊物发表论文 150 余篇，其中 SCI 收录 50 余篇，EI 收录 40 余篇；获国家发明专利 20 余项；获省部级科技进步二等奖 2 项。



姓名：操应长
职称：教授
称号：国家百千万人才工程入选者、国家有突出贡献中青年专家、国务院政府特殊津贴获得者、教育部“新世纪优秀人才计划”入选者
出生年月：1969.1



姓名：王艳忠
职称：教授
出生年月：1980.10



姓名：王 健
职称：副教授
出生年月：1985.12



姓名：远光辉
职称：副教授
称号：泰山青年学者
出生年月：1986.10



姓名：梁 超
职称：副教授
称号：泰山青年学者
出生年月：1986.7



姓名：蕙克来
职称：副教授
称号：博新计划
出生年月：1988.8

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

陆相湖盆低渗油藏碎屑岩储层表征技术及其应用

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该成果创建了陆相湖盆复杂砂体沉积成因模式，创新了低渗油藏储集砂体量化表征技术。首次创建了湖盆深水重力流砂体无水道沉积成因模式，指导砂砾岩体注采对应率由 41%提高到 80%；创建了“V-C”高精度层序地层学方法体系，研发了基于“V-C”高精度层序地层学与“源-汇”系统分析的湖盆砂体沉积过程和时空展布量化表征技术。发明了陆相湖盆低渗储层成储过程量化分析技术，揭示了低渗油藏优质储层发育机理。发明了基于地质历史时期物性演化定量恢复的低渗油藏碎屑岩储层成储过程量化分析技术，解决了低渗形成时间和决定因素精确厘定的难题，突破了国际上次生孔隙发育理论的传统认识，揭示了优质储层发育机理。发明了陆相湖盆低渗油藏碎屑岩有效储层量化评价与预测技术。发明了基于有效开发物性下限的低渗油藏碎屑岩有效储层定量评价技术，实现了经济效益约束的有效储层定量评价；研发了基于沉积成岩综合相的低渗油藏碎屑岩有效储层预测技术。

三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

该成果整体处于国际先进水平，其中低渗储层成储过程量化表征技术、有效储层量化评价预测技术处于国际领先水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权，获得 2018 年度中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖。





四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该成果经历了十余年的研发，已经处于成熟阶段，开发出了系列技术，包括创建了“V-C”高精度层序地层学方法体系，研发了基于“V-C”高精度层序地层学与“源-汇”系统分析的湖盆砂体沉积过程和时空展布量化表征技术、基于地质历史时期物性演化定量恢复的低渗油藏碎屑岩储层成储过程量化分析技术、基于有效开发物性下限的低渗油藏碎屑岩有效储层定量评价技术、基于沉积成岩综合相的低渗油藏碎屑岩有效储层预测技术等。

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

陆相湖盆低渗碎屑岩油藏具有强非均质性，常表现出“有砂无储、有储无油、有油无产”的现象，储层精细表征是低渗油藏高效勘探开发的基础和关键。陆相湖盆储集砂体复杂的“沉积-成岩-成储”过程，使得低渗油藏碎屑岩有效储层发育机理和分布规律成为储层研究的核心科学问题，基于沉积过程的储集砂体量化表征技术、基于成岩演化的低渗储层成储过程量化分析技术、基于经济效益的有效储层量化评价与预测技术等成为陆相湖盆低渗油藏碎屑岩储层研究的世界性难题。长期以来，国内外在解决上述问题时，多采用静态、定性的方法，效果较差。本成果突出了动态分析和定量分析的手段，陆相湖盆低渗油藏储集砂体表

征技术方面，创建了“V-C”高精度层序地层方法体系，提高了湖盆区域层序地层划分精度，建立了无水道重力流沉积模式，形成了沉积过程数值模拟技术；陆相湖盆低渗油藏碎屑岩优质储层发育机理方面，定量恢复地质历史时期储层孔隙度和渗透率，精确厘定低渗形成时间和决定因素，揭示了封闭体系中碳酸盐矿物难溶、长石强溶蚀不增孔机理，建立了原生孔隙主导型和次生孔隙主导型两种优质储层发育模式；陆相湖盆低渗油藏碎屑岩有效储层评价与预测技术方面，求取了经济极限初产油和孔喉结构约束的有效开发下限，采用了物性差值作为评价参数，经济效益约束的有效储层定量分类评价，基于沉积成岩综合相空间展布的有效储层定量预测。

商业模式为：与油田企业合作或成立研发服务公司，以技术入股，实现该成果的产业化。投资规模约 500-2000 万，预计五年内科创产上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此，期望寻求石油地质技术服务行业的投资，合作方式主要为技术转让或许可。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：油气储层地质学科研团队共有教师 6 人，其中教授 3 人，副教授 3 人，国家百千万人才工程入选者、国家有突出贡献中青年专家、国务院政府特殊津贴获得者 1 人。

2、研究方向：沉积学及层序地层学、油气储层地质学（低渗透层、致密砂岩储层、深层-超深层优质储层）、非常规油气储层地质学。

3、科研成果：近五年承担国家科技重大专项、国家自然科学基金及省部级科研项目 20 余项；在国内外著名刊物发表学术论文 150 余篇，其中 SCI 收录 50 余篇，EI 收录 40 余篇；获国家发明专利 20 余项；获省部级科技进步二等奖 2 项。



姓名：王应长
职称：教授
称号：国家百千万人才工程入选者、国家有突出贡献中青年专家、国务院政府特殊津贴获得者、教育部“新世纪优秀人才计划”入选者
出生年月：1969.1



姓名：王艳忠
职称：教授
出生年月：1980.10



姓名：王健
职称：副教授
出生年月：1985.12



姓名：远光辉
职称：副教授
称号：泰山青年学者
出生年月：1986.10



姓名：梁超
职称：副教授
称号：泰山青年学者
出生年月：1986.7



姓名：蒯克来
职称：副教授
称号：博新计划
出生年月：1988.8

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于深度学习与信息融合的高精度地震成像关键技术及工业应用

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

我国地下构造十分复杂，导致地震资料信噪低，面向复杂构造的地震精确成像困难。该成果围绕复杂构造油气储层成像领域难题，在基于深度学习的叠前一致性保真处理、多信息融合参数反演、多域绕射成像技术 3 项核心技术上取得原创性突破。取得的主要科技创新成果如下：

1、创建了基于人工智能、压缩感知与宽频反演理论的叠前一致性保真处理核心技术群，突破了信噪比与分辨率相互掣肘的束缚，首次实现了信噪比与分辨率的同步提高，信噪比提高 2 倍以上，分辨率提高 40%以上。

2、创建了基于多信息融合的层析、反射波和全波形参数联合反演技术系列，用于深部油气储层速度建模，深度误差小于 3%。以测井、地质及地球物理信息为约束，综合利用波场传播的走时及波形信息，创建了走时层析速度反演、反射波波形反演和全波形反演相结合的速度反演技术系列，显著提高了复杂目标体速度

反演的精度。

3、创建了基于多域绕射成像、自适应菲涅耳束偏移、黏弹各向异性反演成像及弹性矢量波联合反演成像的高精度叠前地震成像技术。突破了小尺度目标体高精度成像的瓶颈技术，深层小尺度油气储层识别精度从 50 米到 20 米。有效解决了深层缝洞型储层弱反射高精度地震保幅成像问题。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该成果属于国际先进水平。获得中海石油有限公司湛江分公司重要贡献奖，为渤海湾盆地首次发现大型凝析气田作出重要贡献，学术论文入选中国精品科技期刊顶尖学术论文领跑者 5000。申请了多项发明专利，具有自主知识产权。



最新探明8亿吨储油！石大为首次发现渤海盆地大型凝析气田作出重要贡献！

2019-04-12 19:49

高校 图说 京津冀

近日，中国海油宣布，渤海油田发现渤中19-6大型凝析气田。这是中国东部发现的第一个大型凝析气田，也是我国首次在陆相湖盆发现大型凝析气田。

渤海湾盆地是目前我国探明原油储量最多的盆地，也是我国石油产能最大的盆地，是典型的“油型盆地”。

我校郝芳院士、印兴耀教授、吴智平教授、王冠民教授、李振春教授等长期致力于渤海湾盆地油气勘探研究，先后承担了重要攻关课题，为渤中19-6大型凝析气田的发现作出了重要贡献。

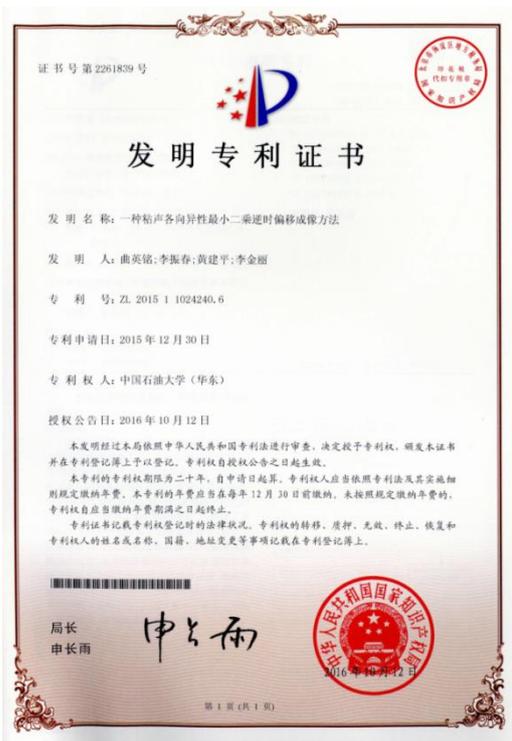
最新探明8亿吨储油！石大为首次发现渤海盆地大型凝析气田作出重要贡献！

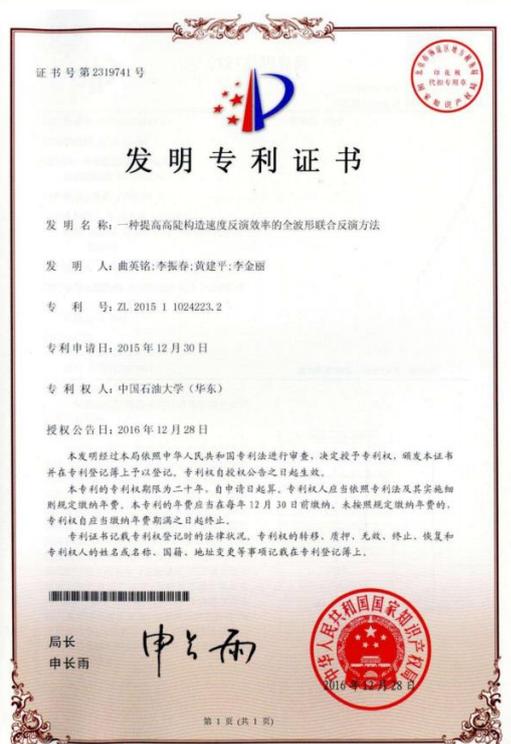
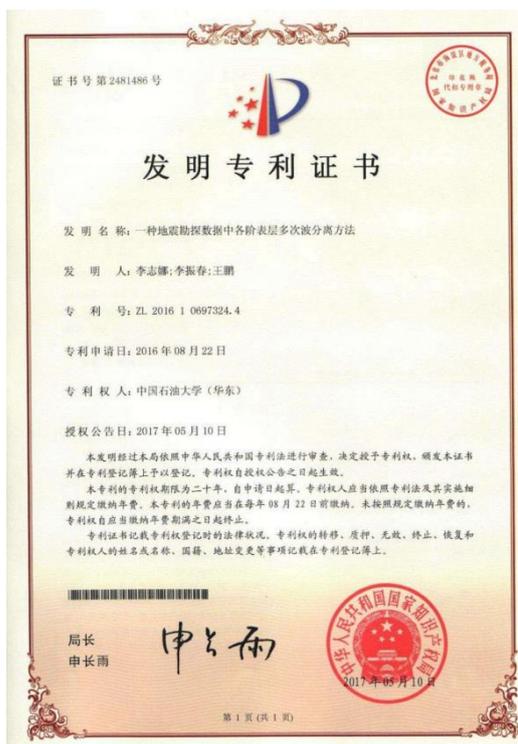
用户1915046991 今天09:25

近日，中国海油宣布，渤海油田发现渤中19-6大型凝析气田。这是中国东部发现的第一个大型凝析气田，也是我国首次在陆相湖盆发现大型凝析气田。

渤海湾盆地是目前我国探明原油储量最多的盆地，也是我国石油产能最大的盆地，是典型的“油型盆地”。

我校郝芳院士、印兴耀教授、吴智平教授、王冠民教授、李振春教授等长期致力于渤海湾盆地油气勘探研究，先后承担了重要攻关课题，为渤中19-6大型凝析气田的发现作出了重要贡献。





四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该成果在中国石油化工股份有限公司石油物探技术研究院、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院、中国石

油化工股份有限公司胜利油田分公司河口采油厂、中国石油天然气股份有限公司华北油田分公司勘探开发研究院及中国石油化工股份有限公司中原油田分公司物探研究院、中国石油化工股份有限公司江苏油田分公司物探研究院、中海油田服务股份有限公司物探事业部等单位得到广泛推广与应用，取得了显著的经济效益和社会效益，研究成果得到了使用单位的好评，预计将产生更大的经济效益。

(1) 在中国石油天然气股份有限公司华北油田分公司勘探开发研究院推广应用，针对华北油田深层岩性油气藏的勘探特点，研发了一套针对深层岩性油气藏的精细目标处理及预测识别的适用技术系列。并成功将该成果应用到华北油田多个区块进行产能建设。

(2) 在中国石油化工股份有限公司江苏油田分公司物探研究院推广应用，针对江苏油田复杂地质体地震资料的特点，研发了一套叠前保真一致性处理及复杂地质体速度建模与成像相关适用技术系列。并成功将该成果应用到江苏油田多个区块进行产能建设，累计增加探明储量 200 万吨，间接经济效益 6.58 亿元。

(3) 在中海油田服务股份有限公司物探事业部推广应用，完成缅甸、东海共计四个三维宽频采集项目，面积 7500 平方公里，完成四十个宽频处理项目，创造产值 27082 万元，创造利润约 3387 万元。

(4) 在中国石油化工股份有限公司中原油田分公司物探研

究院推广应用，在任务研发的基础上开发了针对复杂储集层的最小二乘反演成像软件模块，安装在物探院的地震资料处理系统平台上，为物探院的多个区块地震成像处理项目提供技术服务，支持三维地震资料处理超过 4000 平方公里。

(5) 在中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院开展规模化应用，累计处理胜利油田东部探区三维地震资料 800 平方公里，地下构造成像分辨率显著提高，古潜山裂缝溶蚀型储层等特殊构造识别精度从 50 米提高到 25 米以下，为近几年的潜山勘探开发做出重要贡献，取得了较好的社会和经济效益，成为胜利油田东部老区深层增储上产的重要技术支撑。

(6) 在中国石油化工股份有限公司石油工程地球物理有限公司胜利分公司进行了推广应用，新剖面整体质量和信噪比得到了较大提高，特别是补偿低频信息后，深层石炭系反射信息得到了明显改善。

(7) 在中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司河口采油厂推广应用，通过开展与断层屏蔽、薄层相应和岩性变化有关的模型正演研究和高保真、高分辨率及高精度成像处理，完成了 2500 平方公里三维地震资料处理工作，使得目的层段频带拓宽，地震资料分辨率显著提高。

应用证明

项目名称	叠前保真一致性处理及复杂地质体速度建模与成像研究	
应用单位	中石化江苏油田分公司物探研究院	
单位注册地址	江苏省南京市栖霞区尧新大道 68 号	
应用起止时间	2014.1-2018.12	
经济效益 (万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	6480	2160
2017	7020	2340
2018	8100	2700
累计	21600	7200
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据: 1、自 2016 年至 2018 年底, 增产原油 8 万吨, 2、按照地区原油平均销售价格 2700 元/吨计算, 项目实施地区累计增产原油获得产值: 8 万吨×2700 元/吨=21600 万元, 3、按平均操作成本 1200 元/吨, 新增操作成本: 8 万吨×1200 元/吨=9600 万元, 4、新增利润总计 (扣除 40% 的税金、人工成本及附加费用): (21600 万元-9600 万元) ×60%=7200 万元。</p> <p>具体应用情况: 该项目针对江苏油田复杂地质体地震资料的特点, 研发了一套叠前保真一致性处理及复杂地质体速度建模与成像相关适用技术系列, 并将该项目成果应用到江苏油田多个区块进行产能建设, 累计增加探明储量 200 万吨, 间接经济效益 6.58 亿元。</p>		
应用单位法定代表人签名:		应用单位财务章
应用单位盖章:		
年 月 日	年 月 日	年 月 日

应用证明

项目名称	叠前保真一致性处理及复杂地质体速度建模与成像研究	
应用单位	中海油田服务股份有限公司物探事业部	
单位注册地址	天津	
应用起止时间	2014.1-2018.12	
经济效益 (万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016 年	1582	197
2017 年	12000	1500
2018 年	13500	1687
累计	27082	3387
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据: 自 2016 年至 2018 年底, 完成缅甸、东海 (3 个) 共计四个三维宽频采集项目, 面积 7500 平方公里, 完成四十个宽频处理项目, 创造产值 27082 万元, 创造利润约 3387 万元。</p> <p>在加蓬地区实施了 1.7 万平方公里的多用户三维宽频采集, 由于是多用户模式, 回款周期长, 上述经济效益未做统计。</p> <p>具体应用情况: 该项目针对海洋地震资料的特点, 研发了基于高精度反演的频率-慢度 (f-p) 域虚拟压制方法, 解决了宽频地震核心技术, 带来了海洋宽频地震采集的革命。该项技术创新推动了采集深拖、斜缆方法的实施, 同时在地震资料处理中广泛应用, 大幅提高了成果资料的质量。</p>		
应用单位法定代表人签名:		应用单位财务章
应用单位盖章:		
年 月 日	年 月 日	年 月 日

注: 社会公益类项目如无经济效益, 可不填经济效益相关栏目。

应用证明

项目名称	复杂性油气藏精细目标处理及储层预测技术方法研究	
应用单位	中石油华北油田分公司勘探开发研究院	
单位注册地址	河北省任丘市会战道	
应用起止时间	2014.1-2017.12	
经济效益 (万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	8687	2764.2
2017	9198	2926.8
累计	17885	5691
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据: 1、自 2016 年至 2017 年底, 增产原油 7 万吨, 2、按照地区原油平均销售价格 2555 元/吨计算, 项目实施地区累计增产原油获得产值: 7 万吨×2555 元/吨=17885 万元, 3、按平均操作成本 1200 元/吨, 新增操作成本: 7 万吨×1200 元/吨=8400 万元, 4、新增利润总计 (扣除 40% 的税金、人工成本及附加费用): (17885 万元-8400 万元) ×60%=5691 万元。</p> <p>具体应用情况: 该项目针对华北油田复杂性油气藏的勘探特点, 研发了一套针对复杂性油气藏的精细目标处理及预测识别的适用技术系列, 并将成功将该项目成果应用到华北油田多个区块进行产能建设, 累计增加探明储量 300 万吨, 间接经济效益 7.20 亿元。</p>		
应用单位法定代表人签名:		应用单位财务章
应用单位盖章:		
年 月 日	年 月 日	年 月 日

应用证明

项目名称	复杂储层最小二乘反演成像技术	
应用单位	中国石油化工股份有限公司中原油田分公司物探研究院	
单位注册地址	河南省濮阳市中原路庆山街 3 号	
应用起止时间	2016.1-2018.12	
经济效益 (万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	6520	2071.5
2017	7905	2511.5
2018	8530	2710
累计	22955	7293
<p>所列经济效益的有关说明及计算依据: 自 2016 年至 2018 年底, 支持三维地震资料处理超过 4000 平方公里, 增产原油 9 万吨, 项目实施地区累计增产原油获得产值 22955 万元, 扣除税金、人工成本及附加费用新增利润 7293 万元。</p> <p>具体应用情况: 该项目在任务研发的基础上开发了针对复杂储层的最小二乘反演成像软件模块, 安装在中国石油化工股份有限公司中原油田分公司物探研究院的地震资料处理系统平台上, 为物探院的多个区块地震成像处理项目提供技术服务, 支持三维地震资料处理超过 4000 平方公里。</p>		
应用单位法定代表人签名:		应用单位财务章
应用单位盖章:		
年 月 日	年 月 日	年 月 日

应用证明

项目名称	基于深度学习与信息融合的高精度地震成像关键技术及工业应用	
应用单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院	
单位注册地址	东营市东营区北一路210号	
应用起止时间	2016.1-2018.12	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	5216	1565
2017	6165	1850
2018	6568	1970
累 计	17949	5385
所列经济效益的有关说明及计算依据:自2016年至2018年底,累计处理胜利油田东部探区三维地震资料800平方公里,增产原油产量乘以市场价,并扣除成本,累计增产17949万元,新增利润5385万元。		
具体应用情况:该项目研发的复杂储层绕射波成像理论及技术已在中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院开展规模化应用,累计处理胜利油田东部探区三维地震资料800平方公里,地下构造成像分辨率显著提高,复杂断块、裂缝性储层等特殊构造识别精度从20米提高到10米以下,为近几年的断块裂缝性储层勘探开发做出重要贡献,取得了较好的社会和经济效益,成为胜利油田东部老区深层增储上产的重要技术支撑。		
应用单位法定代表人签名:		
应用单位盖章:		

应用证明

项目名称	基于地震目标的可控震源地震勘探技术研究与应用	
应用单位	中石化石油工程地球物理有限公司胜利分公司	
单位注册地址	山东省东营市东营区牛庄镇	
应用起止时间	2016.1-2018.12	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	9874	3014
2017	11110	3438
2018	12010	3984
累 计	32994	10436
所列经济效益的有关说明及计算依据:自2016年至2018年底,增产原油产量13万吨乘以当地市场价2538元/吨,累计增产32994万元,按平均操作成本1500元/吨,新增操作成本:13万吨×1200元/吨=15600万元,新增利润总额(扣除40%的税金、人工成本及附加费用):(32994万元-15600万元)×60%=10436万元。		
具体应用情况:该项目在准噶尔盆地哈山地区、木参1井区和塔里木盆地进行了推广应用,新剖面整体质量和信噪比得到了较大提高,特别是补偿低频信息后,深层石炭系反射信息得到了明显改善,累计增加探明储量90万吨,间接经济效益5.35亿元。此外,还在沙特S工区推广应用,优势频带更宽,信噪比更强,应用效果显著。		
应用单位法定代表人签名:		
应用单位盖章:		

应用证明

项目名称	复杂地质体地震成像关键技术及规模化应用	
应用单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司河口采油厂	
单位注册地址	山东省东营市河口区91号	
应用起止时间	2016.1-2018.12	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	12321	2061
2017	15814	3431
2018	18647	4690
累 计	46782	10182
所列经济效益的有关说明及计算依据:自2016年至2018年底,增产原油产量18万吨,乘以市场价2599元/吨,累计增产46782万元,扣除税金、人工成本及附加费用,新增利润10182万元。		
具体应用情况:以李振春教授为核心的研究团队依托“复杂地质体地震成像关键技术及规模化应用”课题,在“针对速度应用的地震资料精细化处理方法研究”方面取得了重大突破,为胜利油田分公司河口采油厂复杂构造勘探区块的油气勘探、开发提供有效的技术支持。应用该项目的关键技术,通过开展与断层屏蔽、薄层相应和岩性变化有关的模型正演研究和高保真、高分辨率及高精度成像处理,完成了2500平方公里三维地震资料处理工作,使得目的层段频带拓宽,地震资料分辨率显著提高。累计增加探明储量120万吨,间接经济效益8.45亿元。		
应用单位法定代表人签名:		
应用单位盖章:		

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

我国独特的山地、高原、戈壁、山前带等复杂地表地震地质

条件造成叠前地震资料信噪比低、深层信号弱，同时海洋地震勘探中存在严重的虚反射，造成频率缺失、分辨率低下。在目前地震资料处理方法技术下如何进一步提高地震成像的精度与准确度，首先要解决的问题就是如何获得高品质叠前地震资料的品质。人工智能的出现，为叠前地震资料品质的提升带来了新的机遇，将深度学习、压缩感知应用到时空域、频波域地震数据中，有效地识别信号与噪声，可以解决一般处理方法将信号与噪声等同处理、信噪比与分辨率互相掣肘的问题，形成开创性的叠前一致性处理方法技术。针对海洋地震勘探中严重的虚反射问题，CGG、PGS 等国际大型服务公司研究了上下缆、双检等多种观测方法与配套的特殊宽频处理方法技术，并对我国实行技术封锁，严重制约了国内企业开展国际数据采集与海洋地震资料处理业务，开展虚反射压制方法研究势在必行。叠前数据体的预处理以及偏移算法日臻完善，为叠前偏移成像的准确实现提供了必要的的数据前提和算法保证，但是作为先导的速度分析和反演方法发展缓慢，限制了叠前偏移在油气田工业生产中的应用和推广。传统的基于水平层状介质假设的叠加速度分析方法不能适应横向变速以及复杂构造成像问题。层析速度反演基于偏移和层析交替迭代的方式进行速度反演，利用偏移和层析分别恢复速度场中的高波数信息和低波数信息，反演精度较高。波形反演，利用观测数据和模型数据在数据域的最佳数据匹配实现速度反演，理论上具有最高的速度反演精度。但是在震源子波未知、低波数约束信息存在较大

误差的条件下，容易陷入局部极值，并且计算成本较高，无法实用化。为提高复杂地质体的成像精度，迫切需要建立一种高效、高精度的参数反演与建模方法。地震成像最主要难题是如何利用叠前地震数据对复杂的地下构造进行精确成像。我国地下构造十分复杂，给地震成像带来了巨大挑战，复杂地质体地震成像的技术难点主要表现在：断裂发育、断块众多，导致地层产状变化大且部分地区发育高陡地层，地震波场极其复杂；地震反射波能量弱，保幅成像难度大；地震资料信噪比低、成像精度低、圈闭落实难；孔隙型、裂缝型、溶洞-裂缝型、孔隙-裂缝型等异常发育，储集层与非储集层的反射特征差异小，准确成像困难。突破信噪比与分辨率之间的互相掣肘、深层微弱信号的提取、复杂地质体及深部油气储层的建模与成像一直是亟待解决的世界性难题，制约着地震成像技术的发展。“基于深度学习与信息融合的高精度地震成像关键技术及工业应用”旨在发展面向低信噪比弱信号数据的复杂地质体深部油气储层地震成像技术，突破上述几项世界性难题，为提高复杂油气储层地震成像精度提供技术支撑。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地以及后续资金投入，因此期望与各大石油公司以及科研单位进行项目合作，合作方式包括技术转让、

联合实施以及协商确定等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：地震波传播与成像实验室共有教师 12 人，其中教授 3 人，副教授 5 人，讲师 4 人。

2、研究方向：复杂介质、起伏地表、叠前去噪、叠前偏移、最小二乘逆时偏移、全波形反演、多次波成像。

3、科研成果：承担 90 多项纵横向科研项目，在研科研项目 19 项，在国内外著名刊物发表论文 400 余篇、授权国家发明专利 28 项、软件登记 35 项、出版专著 6 部、教材 3 部、获省部级科技进步二等奖 3 项。团队下的老师荣获的荣誉有：“国家优秀青年科学基金”、“长江学者奖励计划”、“教育部霍英东青年教师奖”、“光华学者”、“山东省泰山学者青年专家”。



姓名：李振春
职称：教授



姓名：黄建平
职称：教授



姓名：杨继东
职称：特任教授



姓名：宋建国
职称：副教授



姓名：杨国权
职称：副教授



姓名：张凯
职称：副教授



姓名：曲英铭
职称：副教授



姓名：李志娜
职称：副教授



姓名：张敏
职称：高级实验师



姓名：孙小东
职称：讲师



姓名：曹文俊
职称：讲师



姓名：谷丙洛
职称：讲师

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

地学院: 李老师

电话: 15165267100

邮箱: leonli@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

深部油气储层高精度地震成像技术及工业化应用

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

面向深部油气储层的成像方法精度低、难度大，常规地震成像精度已无法满足实际要求。该成果主要围绕深部油气储层成像领域难题，国家科技部、国家自然科学基金委、国家发改委等研究项目进行了长期刻苦攻关，取得了如下四项原创成果：

(1) 创建了基于人工智能、压缩感知与宽频反演理论的叠前一致性保真处理核心技术群，突破了信噪比与分辨率相互掣肘的束缚，信噪比提高 2 倍以上，分辨率提高 40%以上；

(2) 创建了基于多信息约束的多尺度参数精细反演技术系列，显著提高了深部油气储层速度建模的精度；

(3) 创建了双复杂条件各向异性地震真振幅叠前深度偏移成像技术序列，显著提高了深部复杂构造及岩性储层的成像精度；

在面向深部油气储层高精度地震成像技术系列的基础上，研发了具有自主知识产权的 2 套应用软件平台、9 个特色系统及 61 个功能模块，在中石油 GeoEast、中石化 π frame、Seisway 及中海油 MIAS 等中国行业内重要商业软件系统中集成并转化，填

补了地震成像领域的众多空白。



三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

该成果属于国际先进水平。获得中海石油有限公司湛江分公司重要贡献奖。申请了多项发明专利，具有自主知识产权。





四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该成果在中国石油化工股份有限公司石油物探技术研究院、中国石化胜利油田分公司物探研究院、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司河口采油厂、中石油华北油田分公司地球物理勘探研究院及中国石油化工股份有限公司中原油田分公司物探研究院等单位得到广泛推广与应用，取得了显著的经济效益和社会效益，研究成果得到了使用单位的好评，预计将产生更大的经济效益。其中，在中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院开展规模化应用，累计处理胜利油田东部探区三维地震资料 800 平方公里，地下构造成像分辨率显著提高，古潜山裂缝溶蚀型储层等特殊构造识别精度从 50 米提高到 25 米以下，为近几年的潜山勘探开发做出重要贡献，取得了较好的社会和经济效

益，成为胜利油田东部老区深层增储上产的重要技术支撑。在中石化石油工程地球物理有限公司胜利分公司进行了推广应用，新剖面整体质量和信噪比得到了较大提高，特别是补偿低频信息后，深层石炭系反射信息得到了明显改善。该成果针对华北油田深层岩性油气藏的勘探特点，研发了一套针对深层岩性油气藏的精细目标处理及预测识别的适用技术系列。并成功将该成果应用到华北油田多个区块进行产能建设。该成果在任务研发的基础上开发了针对复杂储集层的最小二乘反演成像软件模块，安装在中国石油化工股份有限公司中原油田分公司物探研究院的地震资料处理系统平台上，为物探院的多个区块地震成像处理项目提供技术服务，支持三维地震资料处理超过 4000 平方公里。

应用证明

项目名称	叠前保真一致性处理及复杂地质体速度建模与成像研究	
应用单位	中石化江苏油田分公司物探研究院	
单位注册地址	江苏省南京市栖霞区尧新大道 68 号	
应用起止时间	2014.1-2018.12	
经济效益 (万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	6480	2160
2017	7020	2340
2018	8100	2700
累 计	21600	7200
所列经济效益的有关说明及计算依据：1、自 2016 年至 2018 年底，增产原油 8 万吨，2、按照地区原油平均销售价格 2700 元/吨计算，项目实施地区累计增产原油获得产值：8 万吨×2700 元/吨=21600 万元，3、按平均操作成本 1200 元/吨，新增操作成本：8 万吨×1200 元/吨=9600 万元，4、新增利润总计（扣除 40%的税金、人工成本及附加费用）：(21600 万元-9600 万元)×60%=7200 万元。		
具体应用情况：该项目针对江苏油田复杂地质体地震资料的特点，研发了一套叠前保真一致性处理及复杂地质体速度建模与成像相关适用技术系列，并成功将该项目成果应用到江苏油田多个区块进行产能建设，累计增加探明储量 200 万吨，间接经济效益 6.58 亿元。		
应用单位法定代表人签名	应用单位财务章	
应用单位盖章	应用单位盖章	

应用证明

项目名称	叠前保真一致性处理及复杂地质体速度建模与成像研究	
应用单位	中海油田服务股份有限公司物探事业部	
单位注册地址	天津	
应用起止时间	2014.1-2018.12	
经济效益 (万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016 年	1582	197
2017 年	12000	1500
2018 年	13500	1687
累 计	27082	3387
所列经济效益的有关说明及计算依据：自 2016 年至 2018 年底，完成缅甸、东海（3 个）共计四个三维宽频采集项目，面积 7500 平方公里，完成四十个宽频处理项目，创造产值 27082 万元，创造利润约 3387 万元。在加速地区实施了 1.7 万平方公里的多用户三维宽频采集，由于是多用户模式，回款周期长，上述经济效益未做统计。		
具体应用情况：该项目针对海洋地震资料的特点，研发了基于高精度反演的频率-慢度 (F-p) 域虚反射压制方法，解决了宽频地震核心技术，带来了海洋宽频地震采集的革命。该项技术创新推动了采集深拖、斜摆方法的实施，同时在地震资料处理中广泛应用，大幅提高了成果资料的质量。		
应用单位法定代表人签名	应用单位财务章	
应用单位盖章	应用单位盖章	

注：社会公益类项目如无经济效益，可不填经济效益相关栏目。

应用证明

项目名称	复杂岩性油气藏精细目标处理及储层预测技术方法研究	
应用单位	中石油华北油田分公司勘探开发研究院	
单位注册地址	河北省任丘市会战道	
应用起止时间	2014.1-2017.12	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	8687	2764.2
2017	9198	2926.8
累 计	17885	5691
所列经济效益的有关说明及计算依据: 1、自2016年至2017年底,增产原油7万吨,2、按照地区原油平均销售价格2555元/吨计算,项目实施地区累计增产原油获得产值:7万吨×2555元/吨=17885万元,3、按平均操作成本1200元/吨,新增操作成本:7万吨×1200元/吨=8400万元,4、新增利润总计(扣除40%的税金、人工成本及附加费用):(17885万元-8400万元)×60%=5691万元。		
具体应用情况:该项目针对华北油田复杂岩性油气藏的勘探特点,研发了一套针对复杂岩性油气藏的精细目标处理及预测识别的适用技术系列,并成功将该项目成果应用到华北油田多个区块进行产能建设,累计增加探明储量300万吨,间接经济效益7.20亿元。		
应用单位法定代表人签名:		应用单位财务章
应用单位盖章:		

应用证明

项目名称	复杂储层最小二乘反演成像技术	
应用单位	中国石油化工股份有限公司中原油田分公司物探研究院	
单位注册地址	河南省濮阳市中原油田中原路庆山街3号	
应用起止时间	2016.1-2018.12	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	6520	2071.5
2017	7905	2511.5
2018	8530	2710
累 计	22955	7293
所列经济效益的有关说明及计算依据:自2016年至2018年底,支持三维地震资料处理超过4000平方公里,增产原油9万吨,项目实施地区累计增产原油获得产值22955万元,扣除税金、人工成本及附加费用得新增利润7293万元。		
具体应用情况:该项目在任务研发的基础上开发了针对复杂储层的最小二乘反演成像软件模块,安装在中国石油化工股份有限公司中原油田分公司物探研究院的地震资料处理系统平台上,为物探院的多个区块地震成像处理项目提供技术服务,支持三维地震资料处理超过4000平方公里。		
应用单位法定代表人签名:		应用单位财务章
应用单位盖章:		

应用证明

项目名称	基于深度学习与信息融合的高精度地震成像关键技术及工业应用	
应用单位	中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院	
单位注册地址	东营市东营区北一路210号	
应用起止时间	2016.1-2018.12	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	5216	1565
2017	6165	1850
2018	6568	1970
累 计	17949	5385
所列经济效益的有关说明及计算依据:自2016年至2018年底,累计处理胜利油田东部探区三维地震资料800平方公里,增产原油产量乘以市场价,并扣除成本,累计增产17949万元,新增利润5385万元。		
具体应用情况:该项目研发的复杂储层绕射波成像理论及技术已在中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司物探研究院开展规模化应用,累计处理胜利油田东部探区三维地震资料800平方公里,地下构造成像分辨率显著提高,复杂断块、裂缝性储层等特殊构造识别精度从20米提高到10米以下,为近几年的断块裂缝性储层勘探开发做出重要贡献,取得了较好的社会和经济效益,成为胜利油田东部老区深层增储上产的重要技术支撑。		
应用单位法定代表人签名:		应用单位财务章
应用单位盖章:		

应用证明

项目名称	基于地质目标的可控震源地震勘探技术研究与应用	
应用单位	中石化石油工程地球物理有限公司胜利分公司	
单位注册地址	山东省东营市东营区牛庄镇	
应用起止时间	2016.1-2018.12	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2016	9874	3014
2017	11110	3438
2018	12010	3984
累 计	32994	10436
所列经济效益的有关说明及计算依据:自2016年至2018年底,增产原油产量13万吨乘以当地市场价2538元/吨,累计增产32994万元,按平均操作成本15600元/吨,新增操作成本:13万吨×1200元/吨=15600万元,新增利润总计(扣除40%的税金、人工成本及附加费用):(32994万元-15600万元)×60%=10436万元。		
具体应用情况:该项目在准噶尔盆地哈山地区、木参1井区和塔里木盆地进行了推广应用,新剖面整体质量和信噪比得到了较大提高,特别是补偿低频信息后,深层石炭系反射信息得到了明显改善,累计增加探明储量90万吨,间接经济效益5.35亿元。此外,还在沙特S工区推广应用,优势频带更宽、能效更强,应用效果显著。		
应用单位法定代表人签名:		应用单位财务章
应用单位盖章:		

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

面对我国油气资源后备储量不足的难题,2016年5月30日,

习近平总书记在全国科技创新大会上发出“向地球深部进军”的号令。并指出,探索地球深部复杂地质体奥秘,是解决人类能源、资源和生存空间问题的必由之路。我国第三次资源评价成果统计,深部油气储层在我国石油资源中约占 1/3,但探明率仅为 18%和 11%;在我国天然气资源中约占 50%,但探明率仅为 21%和 13%。可见虽然深部油气储层油气资源丰富,但探明率较低,仍面临巨大发展潜力和严峻挑战。深部油气储层已成为中国陆上油气勘探重大接替领域,也是石油工业未来最重要的发展领域之一,深部油气储层油气资源勘探将会是影响中国能源安全最重要的战略领域。深部油气储层勘探的技术难点主要表现在:1、深层地下断裂发育、断块众多,导致地层产状变化大且部分地区发育高陡地层,地震波场极其复杂;2、地层埋藏深、地震反射波能量弱,保幅成像难度大;3、地震资料信噪比低、成像精度低、圈闭落实难;4、孔隙型、裂缝型、溶洞-裂缝型、孔隙-裂缝型等异常发育,储集层与非储集层的反射特征差异小,储集层识别与预测困难。面向深部油气储层的成像方法精度低、难度大,常规地震成像精度已无法满足实际要求。该成果能够有效推动该领域技术发展,为形成埋深 6000-10000 米油气储层高精度成像关键技术提供理论和方法支撑,进一步推广可创造更大的经济和社会效益。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等,意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定

等)

现缺少稳定的生产基地以及后续资金投入，因此期望与各大石油公司以及科研单位进行项目合作，合作方式包括技术转让、联合实施以及协商确定等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：地震波传播与成像实验室共有教师 12 人，其中教授 3 人，副教授 5 人，讲师 4 人。

2、研究方向：复杂介质、起伏地表、叠前去噪、叠前偏移、最小二乘逆时偏移、全波形反演、多次波成像。

3、科研成果：承担 90 多项纵横向科研项目，在研科研项目 19 项，在国内外著名刊物发表论文 400 余篇、授权国家发明专利 28 项、软件登记 35 项、出版专著 6 部、教材 3 部、获省部级科技进步二等奖 3 项。团队下的老师荣获的荣誉有：“国家优秀青年科学基金”、“长江学者奖励计划”、“教育部霍英东青年教师奖”、“光华学者”、“山东省泰山学者青年专家”。



姓名：李振春
职称：教授

姓名：黄建平
职称：教授

姓名：杨继东
职称：特任教授

姓名：宋建国
职称：副教授

姓名：杨国权
职称：副教授

姓名：张凯
职称：副教授



姓名：曲英铭
职称：副教授

姓名：李志娜
职称：副教授

姓名：张敏
职称：高级实验师

姓名：孙小东
职称：讲师

姓名：曹文俊
职称：讲师

姓名：谷丙洛
职称：讲师

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzwei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

地学院：李老师

电话：15165267100

邮箱：leonli@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

地震沉积学关键技术及其在陆相盆地中的工业化应用

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

2000 年以后我国陆相盆地成熟探区进入精细勘探开发阶段，急需沉积学与地球物理技术深度融合创新，攻克地震沉积相解释中的“穿时”、“薄层”两大世界性难题。项目组经过十年学科交叉技术攻关，创建了陆相湖盆地震沉积学理论、方法和关键技术，取得三大理论和技术创新。

1. 建立了等时地层地震-地质模式，实现了等时界面及等时体的地震精确识别，将解释精度由三级提高到五级层序，解决了薄层界面地震识别“穿时”难题。

2. 研发了地震特征参数模式识别和谱反演为核心的薄层地震解释新方法及软件，将构型表征尺度由五级构型提高到三级，实现了薄层等时体的沉积微相地震解释。

3. 发明了基于深层地震处理和叠前参数反演的多尺度地震成岩相预测新技术，突破了低渗储层成岩相分布预测技术瓶颈，开创了地震成岩相的工业化应用。

成果成功应用于国内外十多个油气田，据部分统计新增产值

62.1 亿元，已授权发明专利 9 项，软件著作权 11 项，出版专著 5 部，培训油田技术人员 8000 余人次，达到国际先进水平，在陆相盆地地震地质解释领域的核心技术达到国际领先，并开辟了地震沉积学在油气藏开发领域的应用，使我国在地震沉积学领域实现了由跟跑到领跑。

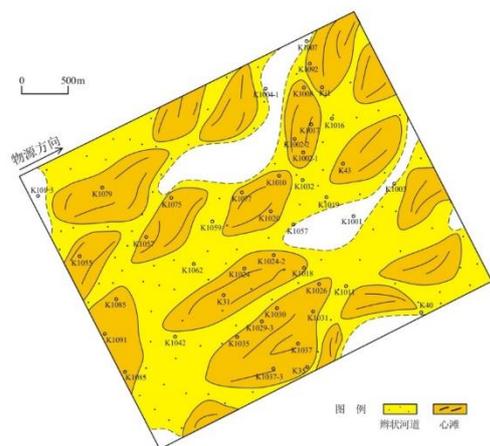


图 1 精准刻画河流储层内部结构

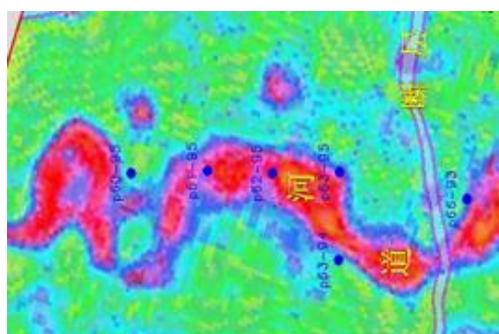
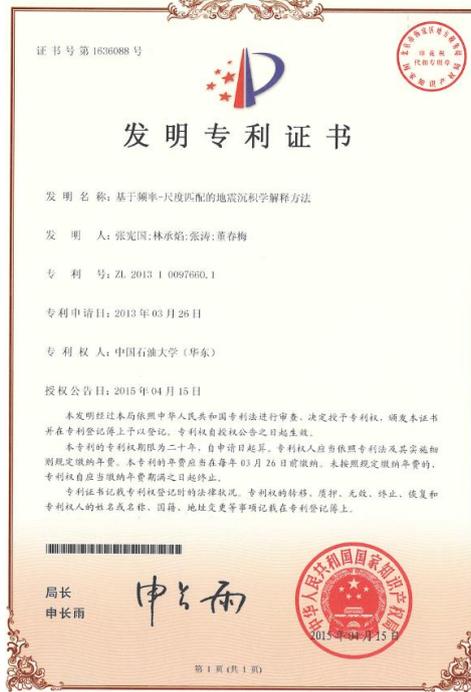


图 2 识别厚度 2m 的曲流河沉积薄砂体

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

科技成果鉴定表明，该技术整体处于国际先进水平，部分关键技术达到国际领先水平。成果已授权发明专利 9 项，软件著作权 11 项，出版专著 5 部，获得 2019 年中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术已经经历了十余年的研发和多年的现场应用，已经发展成熟，其中的关键技术已经获得国家发明专利授权和软件的著作权。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

该技术目前已经经过了多年的现场应用，相似技术主要是砂体预测、地震解释相关的技术。本技术成果具有很强的市场竞争力，主要原因有三方面，一是持续的研发投入，依托国家科技项目支撑，开展持续研发，保持技术的先进性和增长性；二是本土化技术的适应性，本技术主要针对我国陆相湖盆沉积储层研发，具有很好的适用性；三是核心技术的自主知识产权化。

目前的商业化应用模式主要是校企合作进行科研服务的方式，此外，还为油田技术人员开展技术培训，以实现技术推广。下一步的商业化模式拟采用核心技术授权使用的方式，以便于更大规模的技术推广。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

目前的难点是研究团队缺少技术转让和授权使用的市场对接和相关商业及法律事务的处理经验。

七、团队简介



林承焰，教授，博士生导师
享受国务院特殊津贴专家
山东省有突出贡献中青年专家
山东省油藏地质重点实验室主任
主要从事储层地质学及油藏描述的科研与教学。
主持“十一五”、“十二五”、“十三五”的国家科技重大专项课题、国家自然科学基金联合基金重点项目等国家级项目



董春梅，教授，博士生导师
主要从事沉积学和岩石学科研与教学。
主持“十三五”的国家科技重大专项任务、国家自然科学基金面上项目等国家级项目研究



张宪国，副教授，博士生导师
中国石油学会青年工作委员会委员
CNPC 油气储层重点实验室石油大学华东分室负责人
主要从事储层地质学及油藏描述的科研与教学，特色研究方向为地震沉积学。
先后主持两项国家自然科学基金项目，发表文章五十余篇，以第一发明人授权发明专利 7 项，省部级科技进步奖 5 项



任丽华，副教授，硕士生导师
AAPG 会员
山东省油藏地质重点实验室骨干
主要从事储层地质学及油藏描述的科研与教学
主持和参加国家科技重大专项任务和课题多项，授权发明专利 1 项，发表文章二十余篇



张军华，教授，博士生导师

主要从事低序级断层、断层破碎带地震精细描述、地震资料去噪方法研究、低渗透薄互层油气藏储层预测方法。授权发明专利 18 项，发表文章五十余篇，出版专著和教材 5 部，获得省部级科技进步奖 3 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

远探测反射横波成像测井技术与装备

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

针对深层、深水油气层复杂多样、非均质性强，难以发现远离井壁的隐蔽油气藏的国际性难题，首次提出井中偶极横波远探测理论，突破了常规测井探测距离近的瓶颈，发明了低频超远探测、方位扫描成像等关键核心技术，首次研制成功 70 米超远探测全方位扫描成像测井技术与装备，实现了测井“一孔近见”（10 米）到“一孔远见”（70 米）的跨越。获授权发明专利 15 项，计算机软件著作权 12 件，行业标准 1 项。形成了仪器装备、成像软件和综合评价于一体的超远探测测井技术，成功在塔里木深层、南海深水等国内外油气田累计应用 576 口井，新发现一批常规测井无法识别的隐蔽油气层，指导定向侧钻或压裂后均获高产。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国际领先水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权，获得 2016 年国际测井协会 SPWLA 杰出科技成就奖、

2019年山东省科学技术进步奖和2020年中国地球物理协会科技进步奖。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

经过近 10 年的持续攻关，提出了穿透远、方向性好、反射强的偶极横波远探测理论，发明了低频超远探测、方位扫描、高清成像等关键核心技术，研制成功了 70 米超远探测全方位扫描成像测井技术与装备。



◆ 仪器外径：90cm

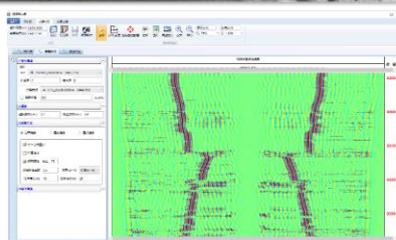
◆ 耐温：175℃

◆ 仪器长度：11m

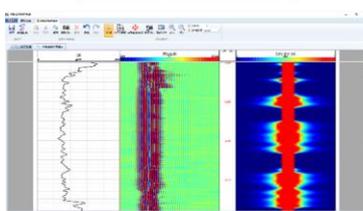
◆ 耐压：140MPa



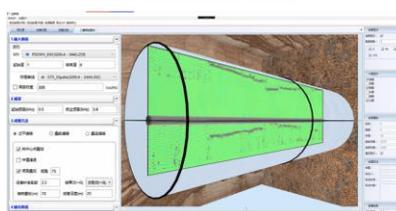
远探测测井处理平台



反射波成像模块



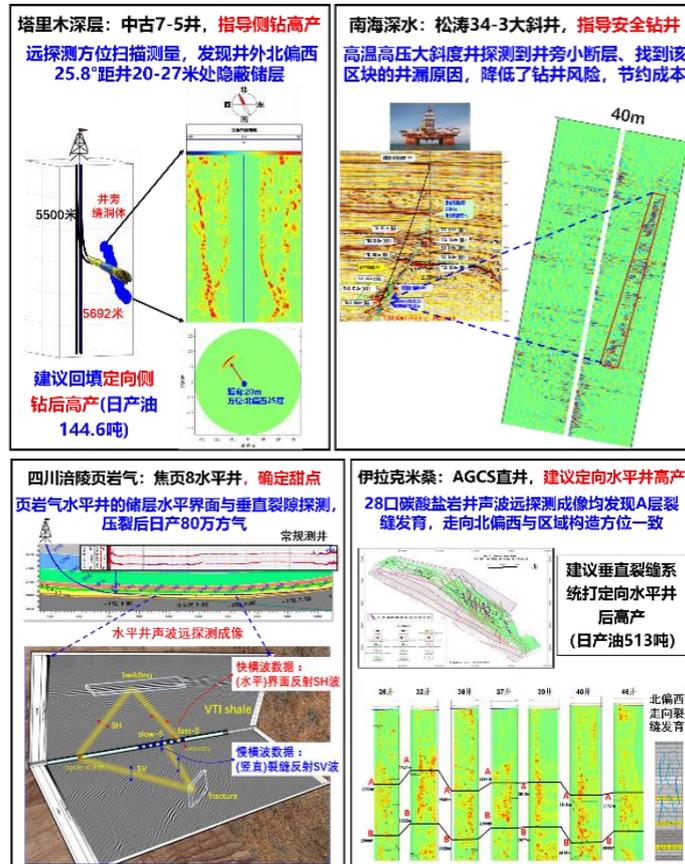
声波径向速度剖面模块



探边三维可视化模块

装备远探测的偶极反射横波成像测井仪器与软件研发成功后，在国内、外各大油田推广应用。发现了一大批常规测井难以识别的复杂隐蔽型高产储层。在新疆玛湖油田玛湖、华北廊固凹陷、四川安岳、吐哈、涪陵页岩气、塔里木油田、渤海潜山等均利用声波远探测成像测井发现到井外数十米范围存在大量裂缝或溶蚀孔洞，建议酸化压裂后均获得高产。指导了一大批井定向

侧钻、定向射孔、酸化压裂、避免井漏风险等工程设计与施工。如南海乌石凹陷、伊拉克米桑油田等探测到井旁存在小断层，找到井漏原因，避免了其他井的钻井工程风险，提高钻遇率。



五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

我国深部缝洞型油气藏储量丰富、开发潜力巨大，已成为油气重要接替领域，但面临储层非均质强、油气隐蔽难测的挑战。地球物理测井是深入地下确定油气最直接最有效技术，常规测井仅能探测井外 1~2 米，如何创新测井技术发现远离井壁几十米的隐蔽油气，是国际公认“卡脖子”难题，直接关系到油田增储上

产提效、意义重大。斯伦贝谢公司最早推出反射纵波远探测技术，但因探测范围小，一直未能推广。直到我国大港测井公司研发 10 米单极纵波远探测仪器并在塔里木深层成功发现井外隐蔽油气后，才突显该技术应用前景。但纵波远探测存在声源频率高纵波衰减大、井外目标“探不远”，单极源辐射无方向性、方位“定不准”的瓶颈。

商业模式为：成立“远探测反射横波成像测井技术与装备”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、海山风电、煤炭、城市地下空间等行业的应用。投资规模约在 1000 万-3000 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与耐高温高压装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：声波测井科研团队共有教师 10 人，其中教授

3 人，副教授 4 人，高级实验室 1 人、讲师 2 人。

2、研究方向：地球物理（特别是声波、电磁波）测井、岩石物理学、地震波传播理论、计算机软件开发、高温高压井下电子器件设计等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 20 余项；在国内外著名刊物发表论文 120 余篇，其中 SCI 收录 40 余篇；获国家发明专利 20 余项；获国际协会奖 1 项、省部级科技进步一等奖 1 项，二等奖 2。



八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

地球科学与技术学院：谭老师

电话：18615328812

邮箱：tanbaohai@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

断裂、不整合精细刻画与油气输导有效性评价关键技术及应用

二、成果简介

断裂与不整合是输导体系的核心，不仅决定着油气运移距离和优势方向，还能控制油气聚集部位。把断裂与不整合作为“面”的传统认识难以揭示其输导机理及能力，不能有效地指导油气田的精细勘探，迫切需要对断裂与不整合开展精细研究及输导有效性评价。本项目在国家基金与重大专项等持续支持下，通过多学科联合攻关：①提出了断裂结构体的概念，创立了张性、压性、扭性3类断裂结构体模式，研发了“四位一体”断裂结构体识别技术。关键技术对结构单元厚度识别可达分米级，解决了地下深部断裂输导体准确预测问题。②创建了复合断裂及火成岩地区断裂封闭性评价技术，确定了断裂4种成岩胶结类型，建立了流体封闭模式。解决了特殊断裂及特殊岩性地区断裂输导有效性评价技术难题，完善了断裂启闭性评价方法。③划分了不整合结构，建立了碎屑岩、碳酸盐岩、火成岩3类结构体模式，创建了覆盖区不整合结构体识别技术。解决了不整合是“面”还是“体”的问题，开启了不整合精细评价进程。④自主研发了油气输导模拟系统，构建了以断裂、不整合为格架的4种优势输导模式，创建

了输导能力分类量化评价模型。解决了油气从烃源岩到圈闭“如何走，走多少”的问题，有效指导了油田生产，探井成功率提高了35%。

三、先进性

该成果划分了断裂与不整合结构，创新了结构体识别方法，揭示了结构单元输导能力差异性，创建了输导有效性评价技术。研究成果突破了传统认识，解决了油气沿断裂与不整合“怎样走”及从烃源岩到圈闭“如何走”的关键输导路径问题，经康玉柱院士等专家组鉴定，主要成果居国际领先水平。

该成果获授权发明专利19项(1项美国专利)。发表论文128篇，SCI、EI收录61篇，其中SCI一、二区12篇，总被引频次2087次(单篇被引最高177次)，出版专著8部。获得中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖，同时关于断裂结构及控藏作用研究部分成果获得教育部科技进步二等奖。





四、成熟度

该成果在渤海湾、准噶尔盆地推广使用，指导了新疆玛湖油田等的发现，累计生产原油 110 万吨，取得了 24 亿元的经济效益。同时，成果在国内外其他盆地均有很好的应用前景。

五、可行性分析

传统研究将不整合和断裂称为“面”状构造，仅宏观的认为断裂与不整合对油气成藏起重要作用，但没有揭示其控藏机理。本研究提出“体”的概念，认为断裂与不整合具有空间结构，并提出“结构体”概念。并针对结构体，创建了识别和评价技术，填不了多项输导体系研究的空白。该项技术适合应用于油气田勘探，投资成本低（300-500 万），见效快，收益大，预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。商业模式为：技术服务。

六、产业化实施路径

目前急需意向合作单位，进行技术推广和应用。合作方式包括技术转让、技术服务或技术许可等。

七、团队简介

本成果属于“构造-成藏”研究团队。该团队目前有 1 位教授、2 位副教授、1 位博士后、6 位博士生、20 位硕士生组成。团队主要从事构造特征解析、构造形成机理研究及构造控藏作用分析，并进行物理与数值模拟等研究。已承担和参与了 20 余项国家级、省部级科研项目，包括国家科技重大专项、国家自然科学基金和山东省自然科学基金等项目，在油区构造解析、构造演化与形成机理、油气输导体系与成藏过程等方面已形成了一套较系统的研究思路和方法。取得多项重要科研成果：“复杂山前冲断带油气精细勘探关键地质理论与方法”2012 年获中国石油和化学工业联合会科技进步二等奖；“含油气盆地不整合结构及其控藏机理研究与应用”2013 年获山东省科技进步一等奖；“断裂、不整合精细刻画与油气输导有效性评价及应用”获 2018 年中国石油和化学工业联合会科学技术进步一等奖；“断裂带精细刻画与油气输导有效性评价关键技术及应用”获 2019 年教育部科学技术进步二等奖。

团队负责人：

吴孔友，1971 年生，中国石油大学（华东）地球科学与技术学院，博士、教授、博士生导师，英国利兹大学访问学者，山东省优秀创新团队核心成员、青岛市经济技术开发区拔尖人才，山

东省优秀地质科技工作者。E-mail: wukongyou@163.com。

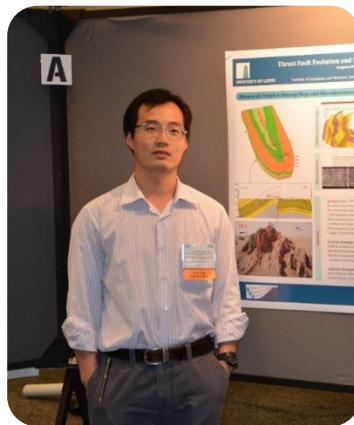
团队核心成员：

裴仰文，1986年生，中国石油大学(华东)人才办公室主任，英国利兹大学博士，副教授(破格晋升)。

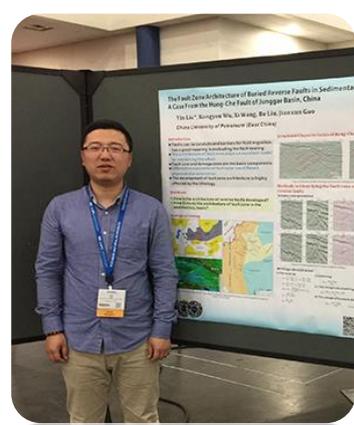
刘寅，1986年生，中国石油大学(华东)地球科学与技术学院，美国奥斯汀大学访问学者，博士，副教授。



吴孔友教授



裴仰文副教授



刘寅副教授

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewe188@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

多类型复杂油气藏叠前地震直接反演技术及基础软件工业化

二、成果简介

本成果包含三项关键核心技术：

1) 通过揭示矿物组分、孔隙结构、裂缝类型、油气分布等复杂油气藏微观因素与宏观地震响应的物理机制，创建了多类型复杂油气藏岩芯、测井、地震多尺度迭代岩石物理建模技术(图1)，建立了致密砂岩、碳酸盐岩、页岩等 16 种岩石物理模型，涵盖了主要复杂油气藏类型，奠定了油气储层描述的理论基础；

2) 提出了多类型复杂储层叠前地震直接反演描述技术，超越了现有均匀介质间接计算的理论范畴，解决了多类型复杂储层地震直接描述的难题（图2）；

3) 阐明不同相态的地震响应模式，创立了固液解耦地震油气识别理论（图3），首创了岩石骨架、孔隙及油气水解耦的叠前地震识别技术，引领了地震油气识别的国际前沿。

该成果形成的三项关键核心技术可广泛应用于多类型复杂油气藏的油气勘探与开发领域，包括但不限于疏松砂岩、致密砂岩、缝洞型碳酸盐岩、滩相白云岩、泥岩裂缝等多种类型的复杂储层描述，解决了多类型复杂储层地震直接描述的难题，满足了

不同类型复杂储层预测需求。同时，该技术也可广泛应用于煤炭、金属等传统矿产资源勘探，城市地下水探测等工程地球物理勘探，以及天然气水合物（可燃冰）等新能源的勘探与开发。

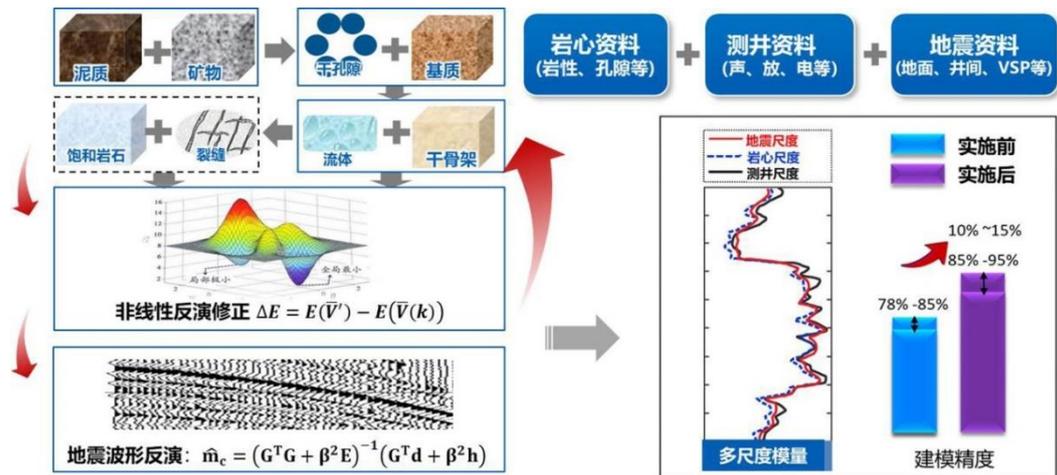


图1 多元多尺度迭代岩石物理建模

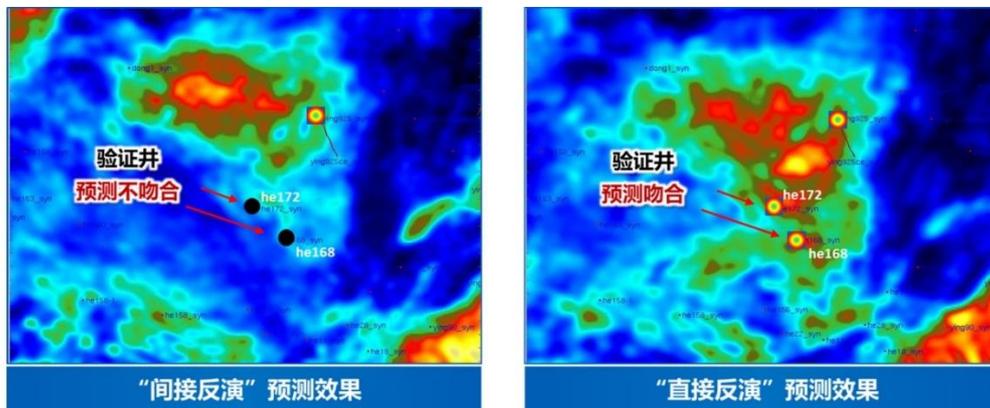


图2 多类型复杂储层特征参数叠前地震直接反演

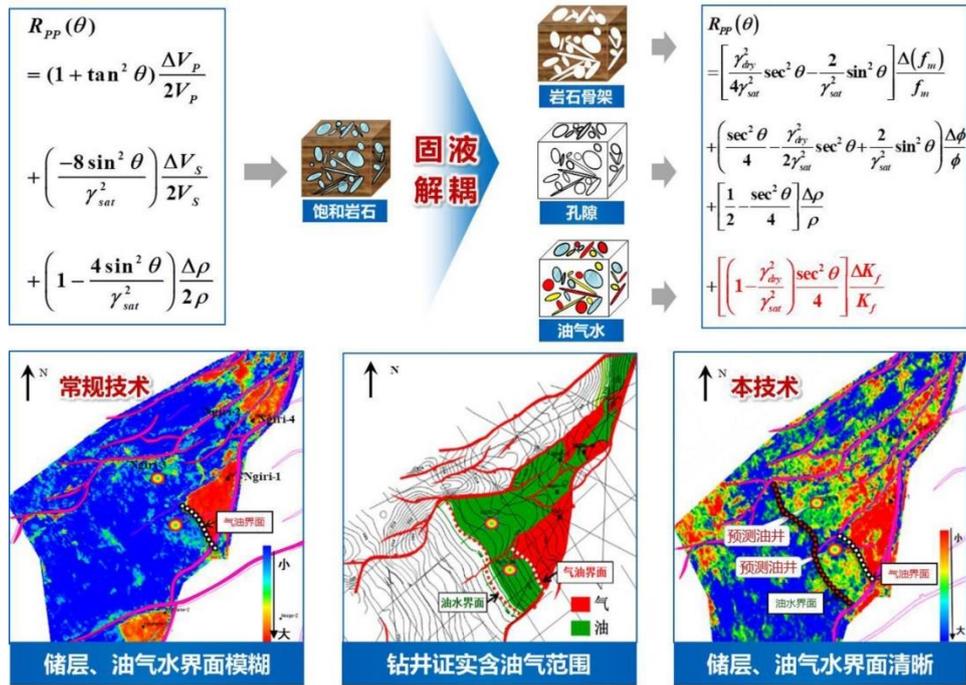


图 3 固液解耦地震油气识别

三、先进性

该成果在多类型复杂油气藏多尺度迭代岩石物理建模、叠前地震直接反演、固液解耦油气识别三项核心技术上取得原创性突破。获得 2019 年度国家科学技术奖科技进步二等奖；授权国家发明专利 43 项；核心软件登记软件著作权 15 项；发表论文 515 篇，其中 SCI 收录 104 篇、EI 收录 101 篇、SEG 和 EAGE 国际会议论文 205 篇。



图 4 2019 年度国家科学技术奖科技进步二等奖

四、成熟度

该技术历经近二十年的持续攻关，已处于成熟阶段，开发出成套系列核心技术及其工业化基础软件，包括多类型复杂油气藏多尺度迭代岩石物理建模技术及其工业化基础软件、叠前地震直接反演技术及其工业化基础软件、固液解耦油气识别技术及其工业化基础软件。技术及基础软件推广应用于渤海湾、鄂尔多斯、四川、松辽、塔里木、准噶尔、柴达木、南海、东海、非洲、南美洲、大洋洲等几十个区块的多类型复杂油气田勘探开发，效果

显著。

五、可行性分析

长期以来，国内外同类或相似成果及主流商业软件平台针对多类型复杂油气藏叠前地震反演预测存在岩石物理机制不清、反演精度不够、油气识别可靠性低等难题。以均匀介质理论为基础的叠前地震反演及商业软件推进了储层描述技术的进步，但无法满足多类型复杂储层描述和油气识别的需求。瓶颈在于：微观组构复杂，现有岩石物理模型难以阐明复杂储层地震响应特征；均匀介质为基础的三参数反演间接计算方法，难以描述复杂储层的非均质特征；岩石骨架、孔隙及油气水的地震响应混叠，难以有效识别油气。

本成果“多类型复杂油气藏叠前地震直接反演技术及基础软件工业化”在多类型复杂油气藏多尺度迭代岩石物理建模、叠前地震直接反演、固液解耦油气识别三项核心技术上取得原创性突破，极大程度上解决了复杂油气藏岩石物理机制不清、反演精度不够、油气识别可靠性低等难题。目前，国内同类竞争企业或相关科研团队，无法满足多类型复杂油气藏的精细描述与精确预测。

六、产业化实施路径

现缺少高端技术及软件研发人才、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与主流商业反演软件开发企业及各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

中国石油大学（华东）储层地球物理实验室团队自 20 世纪 90 年代初成立以来，规模不断发展壮大，现有教师 12 人，其中教授 7 人，副教授 3 人，博士生导师 7 人，硕士生导师 3 人。实验室先后培养博士研究生 41 名，硕士研究生 122 名，在读研究生 85 人，国际交流合作广泛，先后多名硕士、博士生前往美国斯坦福大学、英国帝国理工大学、加拿大阿尔伯塔大学等世界名校攻读博士学位或作为联合培养博士生深造。

储层地球物理实验室以山东省首批十大优秀创新团队——“油气地质与勘探”研究团队、CNPC 物探重点实验室、地震反演联合实验室为依托，主要承担中国石油大学（华东）地球物理方面的教学与科研工作。研究领域体现在三个方面：在储层地球物理方面，以利用地震资料进行储层预测和油气识别的基础理论和应用研究为特色；在地震波传播理论方面，以复杂介质（弹性、粘弹性、各向异性、非均质性等）下地震波传播和地震勘探基础理论见长；在地球物理反演方面，大力开展地面地震、VSP、井间地震等多尺度地球物理资料叠前、叠后高分辨率反演理论与应用研究。实验室科研设备先进，主要有：128 节点的 IBM 微机集群、10 余套高性能 SUN、HPxw8600 解释工作站，5 套 Amax 480GPU 工作站，并配有 CGG 地震资料并行处理和解释软件，包括二维、三维处理系统，地震资料解释系统。近年来，储层地球物理实验室团队获国家科技进步二等奖 1 项（2019 年度）。近五年，在国际

顶级会议 SEG 和 EAGE 发表论文 161 篇，占相关领域总数近 10%，成为全球著名的研究团队。

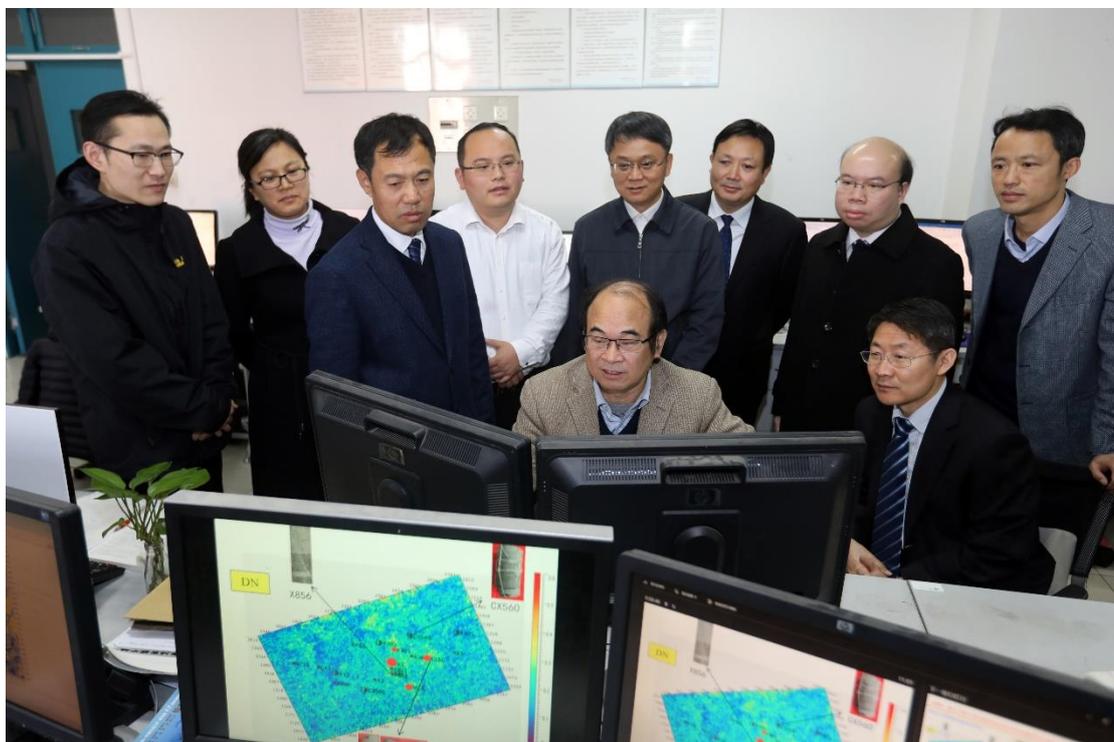


图 5. 储层地球物理实验室团队

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

地球科学与技术学院: 印老师

电话: 15898872999

邮箱: xyyin@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

多功能可控中子源测井新方法及关键技术

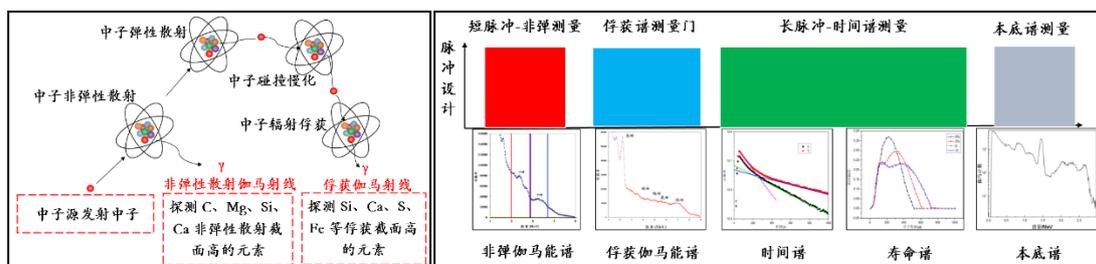
二、成果简介

在油气勘探和开发过程中，复杂岩性识别、孔隙物性测量和套后油气饱和度监测是测井技术必须面临的挑战，以应用 ^{137}Cs 伽马源和 Am-Be 中子源等化学放射源的核测井技术在解决这三大难题中发挥了重要作用。随着各国勘探作业对 HSE 管理体系的重视，化学放射源由于对人类和环境存在辐射危害，且存储、运输、废弃处理成本高而被限制，而可控中子源核测井技术能够实现“无害化”绿色测井，更加安全、环保、高效、可靠，替代化学源核测井技术已成为油气探测的主要发展方向，但有关可控中子源测井关键技术西方国家仍对我国实行垄断和封锁。突破技术封锁，研发具有自主知识产权的可控中子源测井技术是提升复杂油气资源探测水平和高效开发的迫切需求。

历经 10 余年持续攻关，项目组依托 863 计划和国家自然科学基金等科研课题，形成了多功能可控中子源测井方法和技术。本项目提出了 1 项原创性可控中子-伽马耦合场理论，创新了多探测器可控中子地层元素测井、可控源中子密度组合测井和可控中子双谱油气饱和度动态监测 3 项核心技术，有效提高了参数测量精度，拓展了现有可控中子源技术的应用范围，成功研发了 4 类可控中子源测井装备及数据处理软件，陆续投入现场应用，打破国外技术封锁。主要创新点包

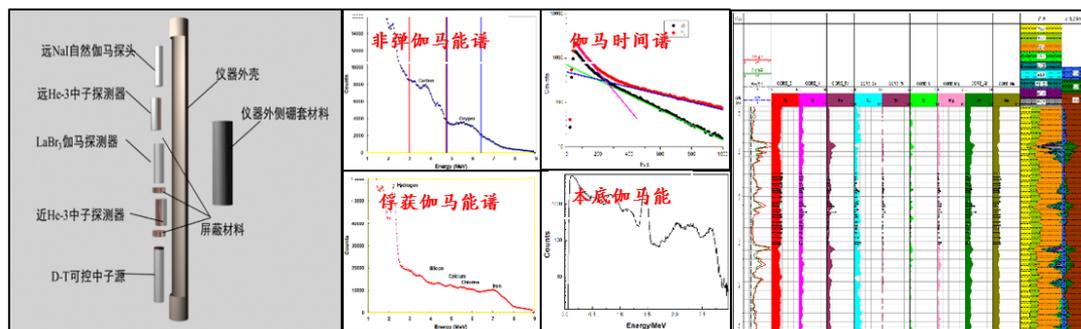
括：

(1) 提出了可控中子-伽马耦合场理论。建立了多频谱测量方法，同时测量时间谱、非弹谱、俘获谱、寿命谱、本底谱多谱信息，为利用可控中子技术实现复杂地层参数测量奠定基础。



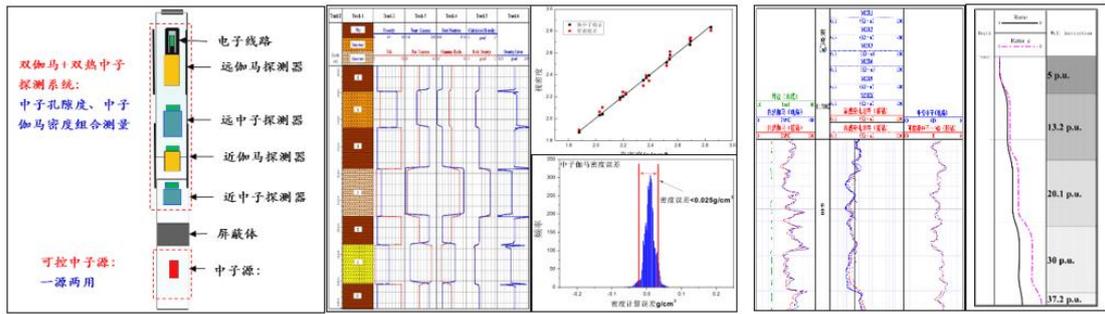
多频谱信息测量

(2) 发明了多探测器可控中子地层元素及含气识别测井方法。创建了中子与伽马信息相结合的元素含量确定方法，弥补了传统氧化物闭合模型计算方法的不足，元素测量种类达到 13 种，主要元素测量精度小于 2%；发明了基于可控中子源的多探测器含气饱和度测井方法，含气饱和度测量精度小于 10%（孔隙度>15%）。



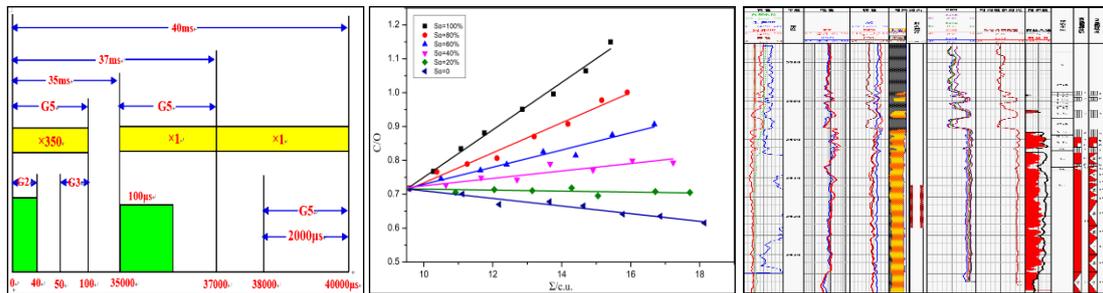
多探测元素测量方法及结果对比

(3) 发明了可控源中子及密度组合测井方法。设计了可控中子源和伽马/中子探测器阵列探测系统，实现了地层孔隙度与密度同时测量，一源两用提升了测量效率，孔隙度测量精度小于 3%，测量灵敏度达到 15%（孔隙度 20%）；密度测量精度小于 0.025g/cm³。

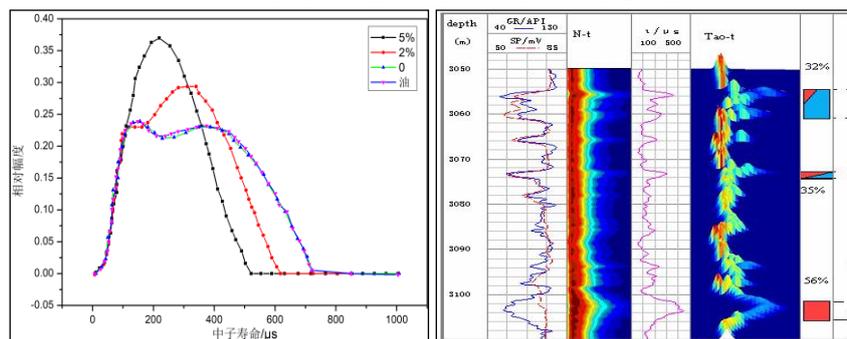


可控中子源中子密度组合测量方法及结果对比

(4) 发明了可控中子双谱饱和度和测井方法和热中子寿命成像测井方法。设计了长短双脉冲发射和测量时序，实现了 C/O 和中子寿命的双参数同时测量，含油饱和度测量误差 $\pm 3.0s.u.$ (孔隙度 20%)，测井效率提高约 2 倍，形成了伽马时间谱多指数反演热中子成像方法，降低了油气饱和度评价下限，实现了套后低孔低矿化度储层油气饱和度动态监测。



双循环脉冲发射模式及双参数测井响应



不同地层条件中子寿命分布及热中子成像油气指示

依据理论与技术创新，成功研制可控中子多探测器元素、随钻可控中子孔隙度、脉冲中子双谱饱和度和多功能热中子成像等测井新装备，并开发配套数据处理软件，在油田现场推广应用。

三、先进性

该技术成果经鉴定总体达到国际先进水平，其中可控中子源双谱饱和度测井方法达到国际领先水平。授权国家发明专利 14 项，实用新型专利 6 项、软件著作权 4 项、企业标准 1 项；发表学术论文 110 余篇，其中 SCI/EI 论文 30 篇。联合制造仪器 24 套，已在多个油田得到应用，产生经济效益近 6.7 亿元。



部分论文专利成果

四、成熟度

该成果经过多年推广，依托各合作研究单位，已在胜利、新疆、塔里木、大港、华北、中原、江苏等 12 个油田测量 1400 余口井，增加原油产量 130 万吨，为油气资源的勘探与开发提供了重要技术保障。



技术应用地区

成果已创直接经济效益 44318 万元；累计研发和生产测井装备 24 套，打破国外技术封锁，其中套后脉冲中子能谱饱和度测井仪，取代进口节约成本近 18000 万元。

五、可行性分析

目前，国外斯伦贝谢、贝克休斯、威德福三大石油服务公司拥有可控中子源测井技术。本项目通过在可控中子源测井理论及方法方面的突破，成功研发可控中子源仪器装备，并开始投产使用，总体技术指标达到国际先进水平。

在可控中子元素测井技术方面，原创三探测器含气定量评价方法，属于国际领先水平，元素含量测井种类及精度达到斯伦贝谢 Lithoscanner 技术水平，属于国际先进技术，技术指标对比如表所示。

表 1 多探测元素测井技术与国外技术对比

技术内容	本项目	斯伦贝谢	贝克休斯	哈里伯顿
元素测量种类	13 种	13 种	10 种	10 种

关键元素测量 精度 (Wt.%)	Mg: ±0.14 Al: ±1.25 Si: ±1.30 K: ±0.25 Ca: ±1.05 Fe: ±0.20	Mg: ±1.48 Al: ±1.43 Si: ±1.20 K: ±0.45 Ca: ±1.05 Fe: ±0.20	Mg: ±1.50 Al: ±1.42 Si: ±1.40 K: ±0.46 Ca: ±1.20 Fe: ±0.22	Mg: ±1.48 Al: ±1.43 Si: ±2.05 K: ±0.45 Ca: ±1.55 Fe: ±0.22
探测器组成	LaBr ₃ , He-3*2	单 LaBr ₃	单 BGO	单 BGO
储层含气评价	含气定量评价	无此功能	无此功能	无此功能

在可控中子孔隙度与密度测井技术方面,发明中子与密度组合测井方法,中子孔隙度与中子伽马密度测量精度到达斯伦贝谢公司 EcoScope 技术水平,属于国际先进技术,技术指标对比如表所示。

表2 可控源中子与密度组合测井技术

技术内容	本项目	斯伦贝谢	贝克休斯	哈里伯顿
测量方式	组合测量	组合测量	非组合测量	非组合测量
孔隙度测量精度	3%@20p.u	3%@20p.u	4%@20p.u	4%@20p.u
孔隙度测量灵敏度	15%@20p.u	10%@20p.u	10%@20p.u	10%@20p.u
密度测量范围 及精度	1.6~3.1g/cm ³ 0.025g/cm ³	1.6~3.1g/cm ³ 0.025g/cm ³	1.7~3.05g/cm ³ 0.015g/cm ³	1.5~3.1g/cm ³ 0.025g/cm ³

在套后双谱油气饱和度动态监测及中子寿命成像技术,原创双谱测量方法,实现一次下井碳氧比和中子寿命的同时测量,油气饱和度测量精度得到有效提高,原创热中子成像技术采用多指数反演算法,将时间域信息转换在中子寿命域,对井眼及地层流体信息直观反映,极大地拓宽了饱和度监测技术的应用范围,属于国际领先水平,技术指标对比如表所示。

表 3 双谱油气饱和度监测与中子寿命成像技术与国外技术对比

技术内容	本项目	斯伦贝谢	贝克休斯	哈里伯顿
测量模式	双谱模式	单模式	单模式	单模式
成像技术	中子寿命成像	无此技术	无此技术	无此技术
饱和度测量精度	3s.u@20p.u	5s.u@20p.u	5s.u@20p.u	5s.u@20p.u
孔隙度范围	>5%	>10%	>10%	>10%
矿化度范围	>10000ppm	>20000ppm	>20000ppm	>20000ppm

国际上的可控中子源测井技术主要由国外几大公司垄断。目前，在我国致密砂岩等非常规地层岩性评价、水平井孔隙物性测量及复杂油气饱和度监测技术应用的大部分市场由斯伦贝谢和贝克休斯公司控制，导致测井采集及数据处理的服务费用昂贵。在本项目的研究成果的支持下，中国石油测井公司、胜利测井公司、西安奥华仪器公司成功研发可控源测井技术，大大冲击了国外公司的市场份额。这些技术的成功研发，打破的国外公司的垄断，提升了国内油气服务公司的市场竞争力，为油公司节约并创造了显著的经济效益。

六、产业化实施路径

(1) 可控中子源测井技术在井周的探测深度相对其它测井方法较浅，测量参数受泥浆侵入、井壁垮塌等井眼环境因素影响较大，对实际地层评价造成一定的影响。

(2) D-T 加速器中子管是可控源中子核测井仪器的关键部件，其稳定性、中子产额及寿命是实现井下测量的重要参数，目前国产的可

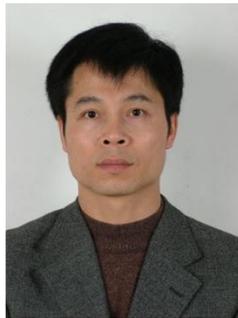
控中子源与国外还存在较大差距，针对中子发生器进一步开展研究是能否实现工业化应用、提高相应测井水平的必要途径；同时由于仪器结构尺寸的限制，多探测器系统会对其布局有一定的局限性，影响了多参数测量的精度及统计性，开展新型双粒子探测器在核测井仪器上的应用是今后核测井的发展方向。

七、团队简介

核测井团队多年来致力于核测井新方法的开发、仪器设计、测井资料数据处理以及岩石核物理参数测量等方向，在国内外具有一定的影响力。团队由四名教师带领，其中 1 名教授，1 名副教授，1 名高级实验师以及 1 名讲师组成，目前在读博士 4 人，硕士 10 人。



张锋
教授、博士生导师



李会银
副教授、硕士生导师



于华伟
高级实验师、硕士生导师



王新光
讲师

➤ 科研成果

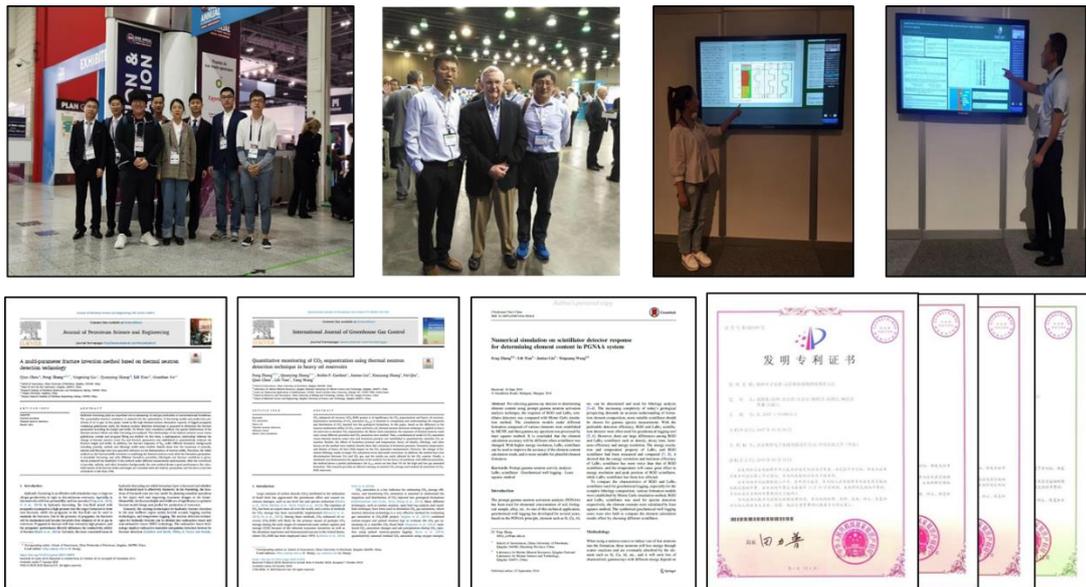
(1)承担国家科技重大专项、国家自然科学基金项目 8 项，企事业单位课题 29 项；

(2)授权发明专利 12 项，发表期刊论文 71 篇，其中 SCI 21 篇，国际会议文章 26 篇；

(3)获得河南省科技进步一等奖、中国石油和化工联合会二等奖、山东省科技进步三等奖和中石化科技进步二等奖等 9 项奖励。



部分荣誉证书



论文及国际会议

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于钻柱振动的深井钻井提速装备及技术

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

油气资源是当今世界最重要的能源之一，深部地层是油气资源获取的重要接替领域，深井超深井钻井是获取深层油气的必要技术手段，破岩效率低、钻速慢及钻井周期长是目前深井超深井钻井面临的最主要难题之一，严重制约了深层油气勘探开发的进程。基于对油气钻井井筒底部钻柱振动特征的研究发现以及水力机械联合破岩提速技术的研究，提出了将钻柱振动能转化为射流液压能从而实现高压射流辅助破岩提高钻速的理念，研发了理论方法，研制了实用装备，形成了配套技术，取得了深层钻井提高钻速技术的突破。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国际领先水平，申请了 21 项发明专利，具有自主知识产权，获得 2019 年山东省技术发明二等奖、中国石油和化学工业联合会技术发明二等奖，山东省专利奖二等奖各一项。

(19)  (11) EP 2 623 707 B1

(12) EUROPEAN PATENT SPECIFICATION

(43) Date of publication and mention of the grant of the patent: 09.10.2019 Bulletin 2019/41

(21) Application number: 1274000.9

(22) Date of filing: 16.03.2012

(51) Int. Cl.: E21B 10/40 (2006:01) E21B 2/106 (2006:01) E21B 7/04 (2006:01) E21B 10/19 (2006:01)

(86) International application number: PCT/CN2012/072458

(87) International publication number: WO 2012/142891 (26.10.2012 Gazette 2012/43)

(54) METHOD AND SYSTEM FOR IMPROVING DRILLING SPEED BY USING DRILL STRING VIBRATION

VERFAHREN UND SYSTEM ZUR ERHÖHUNG EINER BOHRGESCHWINDIGKEIT MITTELS BOHRSTRANGSCHWINGUNG

PROCÉDE ET SYSTÈME POUR AMÉLIORER UNE VITESSE DE FORAGE PAR UTILISATION D'UNE VIBRATION DE TRAIN DE TIGES DE FORAGE

(64) Designated Contracting States: AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priority: 21.04.2011 CN 201110191066 23.06.2011 CN 201110171394

(43) Date of publication of application: 07.08.2013 Bulletin 2013/32

(73) Proprietor: China University of Petroleum (East China) Qingdao, Shandong 266580 (CN)

(72) Inventor: GUAN, Zhichuan Shandong 266580 (CN) LIU, Yongqiang Shandong 266580 (CN) WEI, Wenzhong Shandong 266580 (CN)

(74) Representative: Ruffay & Fleck Patentanwälte Grosse Bleichen 8 20084 Hamburg (DE)

(56) References cited: CN-A-191 787 858, CN-A-191 787 868, CN-A-192 192 411, CN-A-201 627 541, CN-F-2 507 505, CN-F-2 665 242, CN-F-2 999 761, CN-V-2 931 787, US-A-2 529 362, US-A-4 662 460, US-A-6 975 708

Note: With respect to the publication of the mention of the grant of the European patent in the European Patent Bulletin, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to that patent, in accordance with the implementing Regulations. Notice of opposition shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99 (1) European Patent Convention)

Printed by court 76217 (MS) (DE)

(12) United States Patent (11) Patent No.: US 9,540,881 B2

Guan et al. (43) Date of Patent: Jan. 10, 2017

(54) METHOD AND SYSTEM FOR IMPROVING DRILLING SPEED BY USING DRILL SPEED VIBRATION

(73) Inventors: Zhichuan Guan, Qingdao (CN); Yongqiang Liu, Qingdao (CN); Wenzhong Wei, Qingdao (CN); Ben Guan, Qingdao (CN); Yuntao Shi, Qingdao (CN); Hongqiang Zhang, Qingdao (CN)

(75) Assignee: CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA) (CN)

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 036 days.

(21) Appl. No.: 13882,982

(22) PCT Filed: Mar. 16, 2012

(86) PCT No.: PCT/CN2012/072458

(87) PCT Pub. No.: WO2012/142891

(87) PCT Pub. Date: Oct. 26, 2012

(55) Prior Publication Data: US 2014/016308 A1 Jan. 19, 2014

(30) Foreign Application Priority Data: Apr. 21, 2011 (CN) 2011 1 0101056; Jun. 23, 2011 (CN) 2011 1 0171394

(51) Int. Cl.: E21B 7/04 (2006:01); E21B 17/04 (2006:01)

(52) U.S. Cl.: CPC: E21B 7/04 (2013:01); E21B 10/18 (2013:01); E21B 17/04 (2013:01); E21B 22/06 (2013:01)

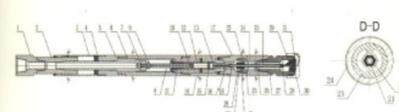
(58) Field of Classification Search: CPC: E21B 7/04; E21B 17/04; E21B 10/18; E21B 21/06; E21B 16/00

(56) References Cited: U.S. PATENT DOCUMENTS: 5,205,163 A * 4/1993 Sasaki; 6,209,667 B1 * 4/2001 Masuy; 6,488,103 B1 * 12/2002 Otsu; 2012/0175168 A1 * 7/2012 Lee; 2013/009089 A1 * 3/2013 Li

(74) Attorney, Agent, or Firm: Reed Smith LLP

(57) ABSTRACT: A system for improving a drilling speed by using drill string vibration comprises a downhole drill string vibration reduction and supercharging device, and an ultra-high pressure bit device used for a downhole supercharger. Also disclosed is a method for improving a drilling speed by using drill string vibration. Related embodiments are also disclosed.

13 Claims, 6 Drawing Sheets




四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近十年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品及产品组织。先后由 8 家单位分别在胜利油田、塔里木盆地、准葛尔盆地、柴达木盆地、大港油田、江苏油田、西南工程公司

等 7 个区域推广应用 140 余井次，井下减振增压装置提高钻井速度 36%-325%，工作时间达 237 小时。吸振脉冲发生装置提高钻井速度 30%-92%，工作时间达 268 小时。



外 径	mm	165	178	228	279.4
流道直径	mm	60	60	80	90
最大行程	mm	175	175	180	200
最大允许钻压	kN	200	250	500	600
最大允许扭矩	kN-m	40	50	70	100
最大允许拉力	kN	800	1000	1500	2000
长度	mm	5800	5800	6000	6500
工作温度	° C	0-180	0-180	0-180	0-180
推荐转速	rpm	100-120	100-120	100-120	100-120
推荐钻压	kN	40以上	40以上	60以上	80以上
推荐钻井液排量	L/s	26--35	26--35	40--55	50以上
推荐工作时间	小时	≤300	≤300	≤300	≤300

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

深层油气是目前和以后油气资源的重要接替领域，深层钻探是发现和获取深层油气的必要技术手段。深层钻探钻井速度慢、井下复杂事故多、钻井周期长等问题是目前严重制约深层油气勘探开发进程的主要难点，如何有效提高钻井速度从而尽可能缩短建井周期成为深层油气资源高效勘探和开发的重大技术需求。引

起钻井速度慢的主要原因之一是难钻地层破岩效率低、钻柱振动剧烈和地层高研磨性导致钻头寿命短、频繁更换钻头延长非钻进时间等。因此，研发具有高破岩效率、抑制钻柱振动、延长钻头寿命的提高钻速工具装备与技术是满足深层油气钻探重大技术需求的关键。科学研究和工程实践表明，提高井底破岩钻头上喷嘴的射流压力可以起到高压射流辅助破岩大幅度提高机械钻速的作用。为了提高井底钻头喷嘴的射流压力，从上世纪 90 年代以来国内外的相关领域开展了井下增压装置与技术的研究。但所形成装置的发明理念和工作原理都是将整体钻井液的部分能量集中提供给小部分钻井液，在这种原理限定下，已经研发的增压装置必须具有复杂的液压转换机构（以活塞式液力变压器原理为代表）或复杂的液能—机械能—液能的转换机构（以离心式增压装置为代表）。而在井下有限的空间条件和恶劣的工作环境条件下，复杂的机构很难保证其强度可靠性和工作稳定性，另外，装置工作动力来源于钻井液，随井深增加钻井液能量衰减严重，提速效果随井深增加变差。至今为止，研发的相关装备正常工作寿命只能达到 40-60 小时，装置寿命远不能达到与井下钻头寿命的匹配（200-300 小时）。因此，到目前为止，还没有一种基于这种原理研制的井下增压装置能够达到在实际工程中推广应用的程度。面对深层钻探任务的迫切需求，国内外石油工程领域都在急于开发提高井底水力能量的装备与技术。本技术实现了突破，达到了推广应用要求，并开展了推广应用。

商业模式为：成立“基于钻柱振动的深井钻井提速装备及技术”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、地热行业、煤层气开采、深地钻掘行业等行业的应用。投资规模约在 1000 万-3000 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与钻井及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：山东省深地钻井过程控制工程技术研究中心团队共有教师 9 人，其中教授 2 人，副教授 6 人，讲师 1 人，国务院政府特殊津贴获得者 1 人。

2、研究方向：管柱力学与井下过程控制、钻井工程设计理论与井下风险控制、钻井高效破岩方法与提速技术、井筒完整性评价与控制、非常规油气钻完井理论与技术等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 100

余项;在国内外著名刊物发表论文 400 余篇,其中 SCI 收录 200 余篇, EI 收录 200 余篇;获国家发明专利 60 项,实用新型专利 10 项;获国家科技进步二等奖一项,省部级科技进步二等奖 6 项、技术发明奖二等奖 2 项,省部级科技进步三等奖 2 项。

团队负责人



管志川
(二级教授、博士生导师)

- 国家“万人计划”领军人才
- 国家重点学科“油气井工程学科”学术带头人
- 全国模范教师
- 国务院政府特殊津贴
- 全国钻井专业标准化委员会委员
- 中国石油学会钻井基础理论学组委员
- 山东石油学会钻井专业委员会副主任
- 中国石油大学学报(自然科学版)杂志编委
- 《石油钻探技术》杂志编委等。

团队成员介绍

序号	姓名	性别	职称	导师资格
1	管志川	男	教授/博士	博导
2	廖华林	男	教授/博士	博导
3	史玉才	男	副教授/博士	硕导
4	李志刚	男	副教授/博士后	硕导
5	黄根炉	男	副教授/博士	硕导
6	宋洵成	男	副教授/博士	硕导
7	刘永旺	男	副教授/博士后	硕导
8	许玉强	男	副教授/博士后	硕导
9	李敬皎	男	硕士	辅导员



廖华林



史玉才



李志刚



黄根炉



宋洵成



刘永旺



许玉强



李敬皎

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

深水深地难钻地层井底诱导卸荷钻井提速装备与技术

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

针对深井超深井钻井速度慢且提速难的难题，提出了诱导卸荷提高破岩效率的革新性破岩理念，利用不同类型切削齿组合切削诱导释放井底局部应力，利用差压步进钻进方法释放井底整体应力分布从而提高破岩效率的方法。该方法利用一种类型切削齿释放地层应力，另一种切削齿联合破岩降低岩石局部抗钻性；利用领眼钻头和扩眼钻头同时进行钻进，专用结构实现领眼钻进与扩眼钻进过程钻压的自动合理分配，钻进过程钻速的自动调节，自动将钻压分配调整至最佳、将钻进速度控制至最合理，进而达到提高钻进速度的目的。以该理念设计的差压钻头提高破岩效率最大可达 300%，为深地高效钻探提供了新的技术手段。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术为国内外独创，申请了 10 余项发明专利，具有自主知识产权。代表性专利如下图：

US10233695B2

(12) **United States Patent**
Guan et al.

(10) **Patent No.:** US 10,233,695 B2
(45) **Date of Patent:** Mar. 19, 2019

(54) **WEIGHT-ON-BIT SELF-ADJUSTING DRILL BIT**

(71) **Applicant:** CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA), Qingdao (CN)

(72) **Inventors:** Zhibo Sun, Qingdao (CN); Yongming Liu, Qingdao (CN); Honggang He, Qingdao (CN); Ben Guan, Qingdao (CN); Yanan Shi, Qingdao (CN); Huanhuan Sun, Qingdao (CN)

(73) **Assignor:** CHINA UNIVERSITY OF PETROLEUM (EAST CHINA), Shandong (CN)

(*) **Note:** Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 4 days.

(21) **Appl. No.:** 14866529

(22) **PCT Filed:** Sep. 15, 2017

(86) **PCT No.:** PCT/CN2017101196
I 371 ACFE
(2) **Date:** Jan. 8, 2018

(87) **PCT Pub. No.:** WO201805847
PCT Pub. Date: Mar. 1, 2018

(85) **Prior Publication Data**
US 2018/065841 A1 Dec. 20, 2018

(90) **Foreign Application Priority Data**
Jan. 20, 2017 (CN) 2017 1 094423

(51) **Int. Cl.:**
E21B 10/28 (2006.01)
E21B 10/29 (2006.01)
(Continued)

(52) **U.S. CL.:**
E21B 10/28 (2015.01); E21B 10/29 (2015.01); E21B 10/02 (2015.01); E21B 20/02 (2015.01)

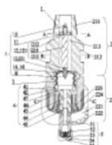
(58) **Field of Classification Search:**
IPC: E21B 10/28
(Continued)

(56) **References Cited**
U.S. PATENT DOCUMENTS
2004/038221 A1 12/2004 Basso et al. 17581
FOREIGN PATENT DOCUMENTS
CN 102302 A 12/2002
CN 1003033 A 2/2004
(Continued)

OTHER PUBLICATIONS
The International Search Report of corresponding International PCT Application No. PCT/CN2017/101196, dated Dec. 15, 2017.
Foreign Examiner — Tian P. Hecker
(74) **Attorney, Agent, or Firm — J.C. Patents**

ABSTRACT
A weight-on-bit self-adjusting drill bit includes a rotating bit, a WOB adjusting element, a transmission mechanism and a pilot bit and a pulsating impact generating mechanism; the pulsating impact generating mechanism includes a controlling element, a driving element, a rotating element and a thrusting element which are placed and connected successively; the controlling element, the driving element and the rotating element are connected successively; the thrusting element is a chamfered bit with the rotating element, both of the controlling element and the thrusting element are respectively provided with a flow-through passage for the drilling fluid to flow through; the driving element drives the rotating element to rotate; the rotating element rotates relative to the flow-through passage on the thrusting element.

16 Claims, 6 Drawing Sheets



证书号第 4003156 号



发明专利证书

发明名称：一种具有诱导载荷与物料射流联合作用的钻头及钻井方法

发明人：刘永旺、管志川

专利号：ZL 2019 1 1130628.2

专利申请日：2019年11月19日

专利权人：中国石油大学（华东）

地址：266580 山东省青岛市黄岛区长江西路66号

授权公告日：2020年09月25日 授权公告号：CN 110748300 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权。该发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或者名称、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长 申长雨 

第 1 页 (共 2 页)
其他事项参见附页

四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近 3 年开发，已处于中试阶段，开发出成套系列产品及产品组织。先后室内试验提高钻速 30%-300%，现场测试 1 次，提高钻速 33.66%。



五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

难钻地层机械钻速低、钻井周期长是制约页岩气经济有效开发的关键技术问题之一。

导致钻井速度机械钻速低的根源是难钻地层岩石可钻性差、非均质性强、软硬交错等，工程上表现在难钻地层钻头寿命短、单趟进尺少、钻机过程振动剧烈及钻头选型难等。针对难钻地层提速技术多种多样，井下提速工具辅助破岩和高效破岩钻头是两类提速技术主要实现手段。井下辅助破岩提速工具代表性技术为井下增压提速技术、脉冲射流提速技术、动力钻具提速技术、旋转冲击提速技术及扭转冲击提速技术等，此类技术的主体思路为主动强化破岩水力或机械能量，实现辅助破岩；高效破岩钻头提升直接破岩效率代表性技术为特殊切削齿钻头技术（斧型齿钻头、锥形齿钻头等）、混合切削钻头技术（“狮虎兽”等）、双级钻头技术、孕镶金刚石钻头技术及自适应切削深度钻头技术等，此类技术基本理念包括以下几点：（1）提高钻头切削齿物理性能；（2）改变钻头单齿与岩石作用模式；（3）改变钻头整体与井底的破岩方式；（4）控制切削齿切削参数。虽然上述技术取得了一定提速效果，但在复杂难钻地层的应用效果仍然不尽理想，表现在破岩效率仍然较低，单钻头工作寿命仍然较短，以威荣页岩气田龙潭和茅口组等难钻地层为例，应用上述技术后平均机速仍低于 3m/h，单只钻头进尺低于 100m，未达预期目标。针对现有提高破岩效率理念存在的问题，提出了诱导卸荷提高破岩效率的革新性破岩理念，利用不同类型切削齿组合切削诱导释放井底局部应力，利用差压步进钻进方法释放井底整体应力分布从而提高破岩效率的方法。该方法利用一种类型切削齿释放地层应力，另一种切削齿

联合破岩降低岩石局部抗钻性；利用领眼钻头和扩眼钻头同时进行钻进，专用结构实现领眼钻进与扩眼钻进过程钻压的自动合理分配，钻进过程钻速的自动调节，自动将钻压分配调整至最佳、将钻进速度控制至最合理，进而达到提高钻进速度的目的。以该理念设计的差压钻头室内试验提高破岩效率最大可达 300%，为新型破岩工具及提速装备的研发、难钻地层钻井方法的设计等方面的研究提供新思路和方法。该技术具有较大的推广应用价值。

商业模式为：成立“井底降压卸荷钻井提速技术”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、地热行业、煤层气开采、深地钻掘行业等行业的应用。投资规模约在 1000 万-3000 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与钻井及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：山东省深地钻井过程控制工程技术研究中心团队共有教师 9 人，其中教授 2 人，副教授 6 人，讲师 1 人，国务院政府特殊津贴获得者 1 人。

2、研究方向：管柱力学与井下过程控制、钻井工程设计理论与井下风险控制、钻井高效破岩方法与提速技术、井筒完整性评价与控制、非常规油气钻完井理论与技术等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 100 余项；在国内外著名刊物发表论文 400 余篇，其中 SCI 收录 200 余篇，EI 收录 200 余篇；获国家发明专利 60 项，实用新型专利 10 项；获国家科技进步二等奖一项，省部级科技进步二等奖 6 项、技术发明奖二等奖 2 项，省部级科技进步三等奖 2 项。

团队负责人



管志川
(二级教授、博士生导师)

- 国家“万人计划”领军人才
- 国家重点学科“油气井工程学科”学术带头人
- 全国模范教师
- 国务院政府特殊津贴
- 全国钻井专业标准化委员会委员
- 中国石油学会钻井基础理论学组委员
- 山东石油学会钻井专业委员会副主任
- 中国石油大学学报（自然科学版）杂志编委
- 《石油钻探技术》杂志编委等。

团队成员介绍

序号	姓名	性别	职称	导师资格
1	管志川	男	教授/博士	博导
2	廖华林	男	教授/博士	博导
3	史玉才	男	副教授/博士	硕导
4	李志刚	男	副教授/博士后	硕导
5	黄根炉	男	副教授/博士	硕导
6	宋洵成	男	副教授/博士	硕导
7	刘永旺	男	副教授/博士后	硕导
8	许玉强	男	副教授/博士后	硕导
9	李敬皎	男	硕士	辅导员



廖华林



史玉才



李志刚



黄根炉



宋洵成



刘永旺



许玉强



李敬皎

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzwei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

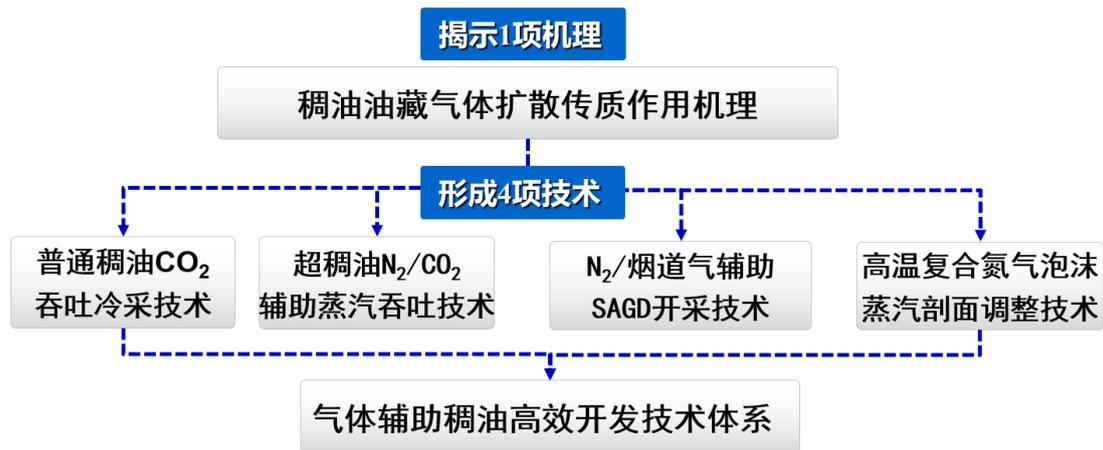
一、成果名称

气体辅助稠油高效开采理论与技术

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

稠油在地层中粘度高，流动阻力大，传统的蒸汽吞吐、蒸汽驱、SAGD 等热采方式对深层、薄层、边底水活跃和超稠油油藏难以经济高效开发。CO₂、N₂、烟道气等气体注入稠油油藏后，能够降低原油粘度、补充地层能量、控制边底水侵入速度，大幅改善稠油油藏的开发效果。本项目自 2005 年起，在国家 863 计划、国家自然科学基金及油田企业 30 余项课题的资助下，经科技攻关揭示了稠油油藏超临界 CO₂ 扩散传质机理，研发了普通稠油 CO₂ 吞吐冷采、超稠油 N₂/CO₂ 辅助蒸汽吞吐、N₂/烟道气辅助 SAGD 开发、高温复合氮气泡沫调整蒸汽剖面 4 项工艺技术，实现了国内外工业化应用。

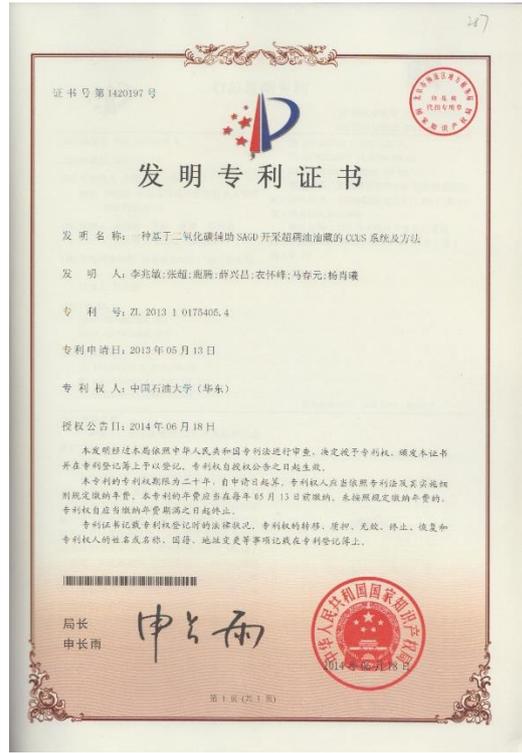
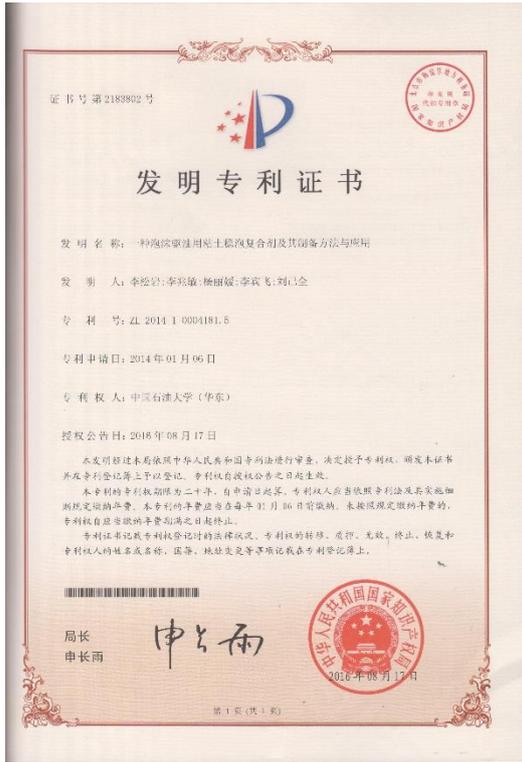


三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

本技术部分成果被中国化工报评为 2010 年化工科技十大亮点之一，2012 年被中国石油勘探开发研究院评为重大科技创新成果，被业内专家评价为“我国稠油开发上的一项重大技术突破及创举”，在胜利、辽河等国内稠油油田及哥伦比亚进行了工业化应用，现场实施了 1800 余井次，累计增油 35.3 万吨，近三年经济效益 11.73 亿元。

本项目授权发明专利 19 件，申请发明专利 5 件；发表论文 67 篇，出版专著 2 部，培养硕士、博士 32 名，培训专业技术人才 500 余人，举办 2 届稠油开发技术研讨会。部分研究成果转化为石油工程本科专业课“泡沫理论与采油技术”，培育高新技术企业 1 家。将 CO₂ 和油田注汽锅炉烟气应用于稠油开发，在节能减排、温室气体资源化利用方面起到了示范和引领作用，具有重大的社会效益。



高等学校科学研究优秀成果奖
(科学技术)

证书

项目名称: 难开采稠油油藏注氮气高效开发关键技术
与工业化应用

奖励类别: 科学技术进步奖

奖励等级: 二等奖

获奖者: 中国石油大学(华东)



证书编号: 2019-269-D01

荣誉证书

《气体辅助稠油高效开采理论与技术》获得 2019 年中国
石油和化学工业优秀出版物奖·图书奖一等奖。

特颁此证，以资鼓励。

著作责任者：李兆敏、李松岩
责任编辑：张 廉、穆丽娜



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

发明了超临界 CO₂ 在多孔介质中扩散传质测量方法，揭示了超临界 CO₂ 在稠油油藏中的扩散传质规律，阐明了气体扩散传质

对界面特性、原油物性及驱油过程的作用机理，为气体辅助稠油高效开发提供了理论支撑。

发明了普通稠油 CO₂ 吞吐冷采技术工艺方法，系统研究并揭示了普通稠油 CO₂ 吞吐冷采的开发机理，形成了工艺参数优化图版和油藏适用条件，建立了基于“流度控制、降粘减阻”的 CO₂ 吞吐化学增效开采技术，实现了普通稠油冷采的高效开发。

发明了超稠油 CO₂/N₂ 辅助蒸汽吞吐工艺方法，设计了大型三维热采物理模拟装置，阐明了 CO₂/N₂ 辅助超稠油复合吞吐作用机理，建立了 CO₂ 和 N₂ 辅助超稠油吞吐参数优化图版和技术转换界限，实现了中深层和薄层特超稠油油藏高效开发的技术突破。

发明了 N₂/烟道气辅助 SAGD 开发工艺方法，系统研究并阐明了 N₂/烟道气辅助 SAGD 开发的作用机理，确定了该技术的油藏适用条件，揭示了烟道气在注采过程中的电化学腐蚀机理，优化了 N₂/烟道气工艺设计，成功实施了世界首个 N₂/烟道气辅助 SAGD 现场试验。

建立了高温复合氮气泡沫调整蒸汽剖面工艺方法，研发了耐温 350℃ 热采井高温栲胶强化泡沫调堵体系，形成了“强堵大孔道、弱调非均质”的逐级调堵方法，实现了注汽剖面全程有效调控，鉴定委员会认为达到“国际领先水平”。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、

企业预计投资规模及投资回报等)

稠油在地层中粘度高，流动阻力大，传统的蒸汽吞吐、蒸汽驱、SAGD 等热采方式对深层、薄层、边底水活跃和超稠油油藏难以经济高效开发。CO₂、N₂、烟道气等气体注入稠油油藏后，能够降低原油粘度、补充地层能量、控制边底水侵入速度，大幅改善稠油油藏的开发效果。本项目自 2005 年起，在国家 863 计划、国家自然科学基金及油田企业 30 余项课题的资助下，经科技攻关揭示了稠油油藏超临界 CO₂ 扩散传质机理，研发了普通稠油 CO₂ 吞吐冷采、超稠油 N₂/CO₂ 辅助蒸汽吞吐、N₂/烟道气辅助 SAGD 开发、高温复合氮气泡沫调整蒸汽剖面 4 项工艺技术，实现了国内外工业化应用。目前，国内同类竞争企业不具有自主知识产权，技术在油田实施的有效率较低，无法满足不同油藏条件下的增产技术需要。

商业模式为：成立“气体辅助稠油高效开采”油田技术服务企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业的应用。投资规模约在 2000 万-3000 万之间，预期五年内可创产值上亿元。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与油田技术服务企业及各类风险投资机构进行项目

合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：稠油高效开采科研团队共有教师 6 人，其中教授 3 人，副教授 2 人，讲师 1 人，国务院政府特殊津贴获得者 1 人。

2、研究方向：主要从事油气增产与提高采收率方面的研究及教学工作。先后承担和参加了国家自然科学基金、“863”计划、“973”计划、国家重大专项、国家科技支撑计划以及中石油、中石化、中海油企业委托课题 60 余项。获省部级一等奖 5 项、二等奖 3 项，发表论文 200 余篇，其中 SCI/EI 收录文章 100 余篇，获授权美国专利 3 项、国家发明专利 70 余项、软件著作权授权 9 项，出版学术专著 7 本，负责起草制定石油天然气行业标准 2 项，在国内及国际具有重要的学术影响力，在“泡沫流体油气增产理论与技术”和“气体辅助稠油高效开发理论与技术”两个方面成就突出。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

石油工程学院：李老师

电话:15253201659

邮箱: lsyupc@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

冻胶分散体连续在线生产及注入一体化技术

二、成果简介

本技术以高含水油藏优势渗流通道调控为目标，所生产的多尺度冻胶分散体是新一代“抗癌治水”特效药。本技术将化学交联反应过程从“地下移至地面”，控水机制由聚合物冻胶“灌香肠”式转变为冻胶分散体“堵孔喉”式，实现成胶过程“可视”、调控作用距离“可控”。利用模块化装置集成了“地面快速成胶”、“高效剪切磨圆”、“便捷分散注入”、“精准数字化控制”功能，实现了多尺度冻胶分散体规模化生产（图1）。本技术生产工艺简单，制备参数易于控制，可工厂化生产也可撬装式生产注入一体化，适用于常规及滩涂、丘陵、海上狭小平台等复杂的作业环境，克服了常规堵剂生产工艺复杂化、唯工厂化、成本高的弊端。依托本技术生产的冻胶分散体粒径可控（100nm-3.3mm），具有抗剪切、耐温（180℃）、耐盐（ 30×10^4 mg/L）、对地层理化性质不敏感的优势。多尺度冻胶分散体纳米级、微米级、毫米级别粒径可控，可采用单一体系实现低渗、特低渗油藏微裂缝或长期注水形成的优势渗流通道的自适应调控，也可通过多尺度冻胶分散体的段塞组合对中高渗油藏进行逐级深部调控，满足渗透率从几十毫达西到几十达西、油藏温度 30~180℃、矿化度上限 30 万 mg/L 的

水驱油藏调控优势渗流通道提高采收率的技术需求，实现本技术的大规模推广应用。

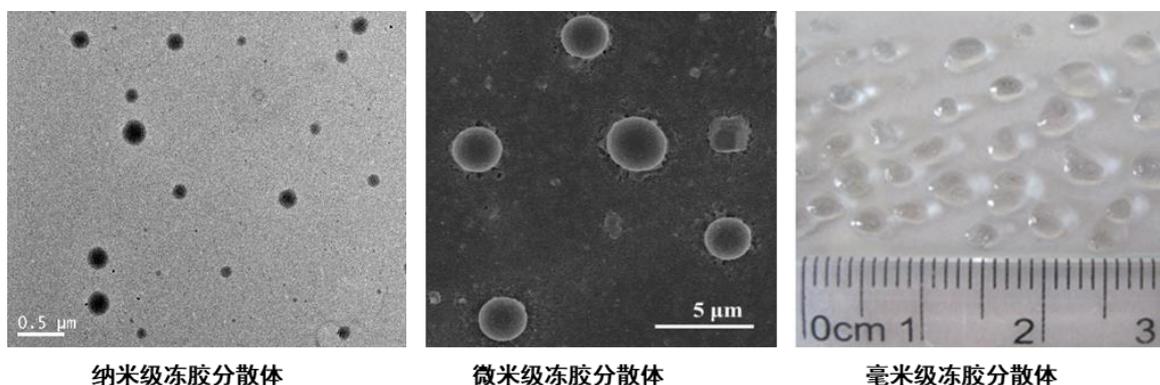


图 1 本技术生产的多尺度冻胶分散体

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国际领先水平，授权 32 项发明专利，其中欧、美专利授权 11 项，具有自主知识产权。本技术成果先后获得中国石油和化学工业联合会科学技术发明一等奖、第二十一届中国专利优秀奖（2019 年）、第十六届中国专利优秀奖（2014 年）、第二十届中国专利优秀奖（2018 年）、第二届山东省专利一等奖（2018 年）、第三届山东省专利一等奖（2020 年）



图 2 第二十一届中国专利优秀奖（2019 年）

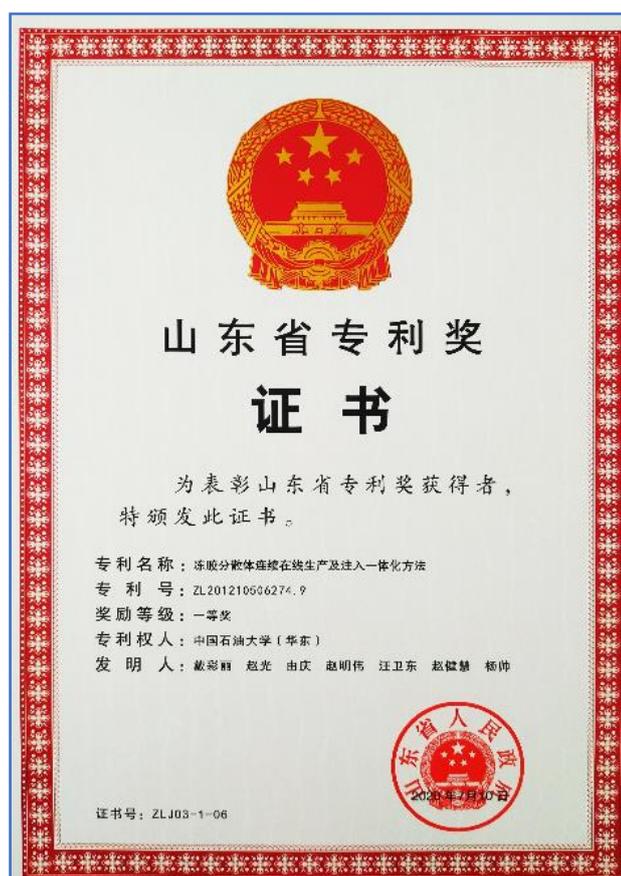


图 3 第三届山东省专利一等奖（2020 年）

四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

2004 年首次提出新一代“抗癌特效药”冻胶分散体，经 16 年攻关，得到科技部、基金委、石油公司等课题支持，实现了室

内研发到矿场的应用，技术许可 15 家，建立了年产 3000 吨及以上冻胶分散体车间化生产线 13 条，撬装式生产线 6 条，技术产品在长庆、塔河、胜利等国内外 17 个油田主力区块规模化应用。



图 4 长庆油田生产基地



图 4 长庆油田生产基地

五、可行性分析

聚合物冻胶与微球是行业公认的良好堵剂调，广泛应用于国内外高含水油田调堵提高采收率，取得了显著增油降水效果。但聚合物冻胶地层深部调控存在困难，且冻胶成胶液易受地面注入设备、管线剪切或地下渗流多孔介质剪切、吸附、地层水稀释等影响，使得地下成胶不可控、稳定性变差，导致控水能力有限。尤其对于高温高盐油藏（温度 $\geq 90^{\circ}\text{C}$ 、矿化度 $\geq 5 \times 10^4 \text{mg/L}$ ），聚合物冻胶易发生脱水收缩，调控能力变差。微球虽耐温抗盐、易深部注入，但存在化学生产工艺精细导致产品质量不稳定、成本高等缺点。

中国石油大学（华东）戴彩丽团队具有冻胶分散体的完全自主知识产权。依托中国石油大学（华东）开展技术许可，实现本技术的产业化。投资规模约在 100 万-200 万之间（不包括厂房投入）。预期三年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

本技术的产品标准尽快形成行业标准，生产工艺装备核心部件的标准化和精细化，加速技术装备走出国门。规避已许可企业生产产品价格竞争，形成稳定持续的生产环境。合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

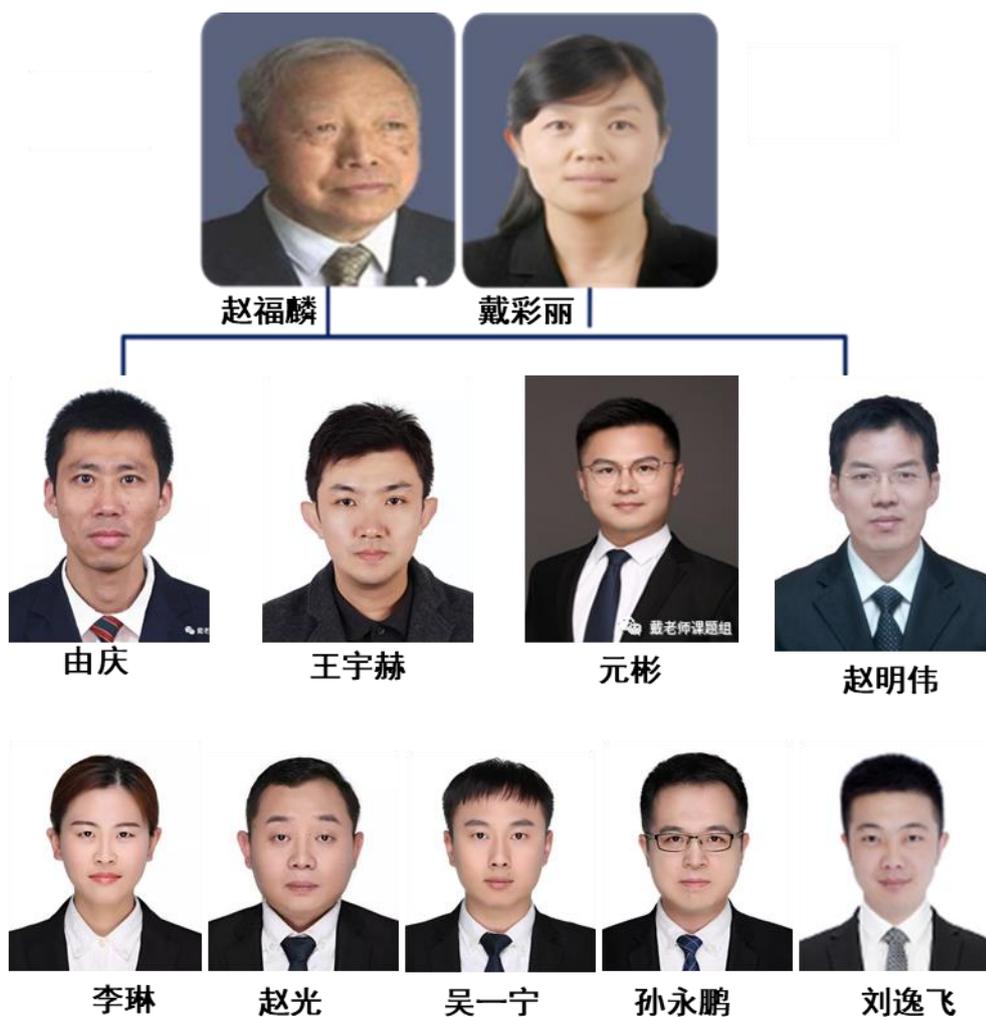
七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：提高采收率与采油化学科研团队共有教师 11 人，其中教授 4 人，副教授 3 人，讲师 3 人，长江学者 1 人、国家杰出青年基金获得者 1 人，国务院政府特殊津贴获得者 2 人。

2、研究方向：高含水油田优势通道化学调控提高采收率、聚合物驱后优势通道调控提高采收率、复杂条件下水平井化学控水提高采收率、稠油蒸汽开采逐级深部封窜高效开发、致密油储层高效排驱提高采收率、非常规油气藏储层高效能低伤害压裂液。

3、科研成果：累计承担国家 863、国家 973、国家油气重大专项、国家自然科学基金、山东省杰出青年基金、中国博士后基金、三大石油公司等国家级和省部级项目 40 余项，先后获得国家科技进步二等奖 1 项，省部级一等奖 8 项、二等奖 7 项，申请国家发明专利 82 项，已授权 68 项，其中国外发明专利授权 18 项，发表论文 300 余篇，SCI、EI 收录 150 余篇。



八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzwei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

低温煤焦油生产的粗酚的分离精制新工艺

二、成果简介

粗酚精制是指利用酚化合物的沸点差异，采用精馏、萃取和吸附协同方法加工粗酚，获得酚产品的工艺。该技术原料为从低温煤焦油提取的粗酚，经过连续分离得到高纯度的苯酚、邻甲酚、间/对甲酚、工业二甲酚和萘酚等。该技术可应用于化工、煤炭等行业。

三、先进性

投资少、产品纯度和收率高，工艺环保，国内先进。

四、成熟度

该技术目前已经过连续试验验证，通过实验室分离装置，能够得到高纯度的苯酚、邻甲酚、间/对甲酚、二甲酚和萘酚。

五、可行性分析

本技术已经实验室连续工艺运行，具有稳定、高效和成熟的特点。工艺为物理分离技术，没有放大效应，可以直接用于工业生产。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等，具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师 and 高级工程师 7 人，其中教授 3 人，副教授 3 人和高级工程师 1 人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇，已经发表了一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、吸附分离、特殊精馏、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；化工材料领域主要研究纳米粒子与多孔材料的制备与应用；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队多年来一直从事煤化工的研究，在煤焦油分离精制方面已有多年的技术积累，尤其对粗酚提取、粗酚分离精制、间甲酚和纯对甲酚的分离精制等产品进行了多年的研究，开发了先进的连续分离技术，取得了许多突破性技术进展，获得了良好经济和社会效益。另见网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

低温煤焦油生产粗酚的环保新工艺

二、成果简介

酚类化合物是工业制备酚醛树脂、工程塑料、人造纤维等的重要有机化工原料，具有广阔的应用价值。我国煤焦油产量巨大，低温煤焦油中酚类化合物约占 20-30%左右，可生产相当量的粗酚，并且进一步加工成精酚，具有重要的经济和社会效益。

目前，工业化的脱酚工艺主要为碱洗脱酚法，但此种方法存在着强酸、强碱消耗大，含酚废水污染严重的问题。本课题组开发了绿色环保的提酚工艺。采用溶剂萃取法，实现了酚类化合物从低级酚到高级酚的分类富集。萃取剂为绿色环保，可完全回收利用，不产生三废。并且还开发了脱油精制工艺，经过脱油精制，酚类化合物的相对含量可达 100%，提取的粗酚不含油，收率高，有利于后续的精馏生产精酚。经过几年的不断攻关，本课题已完成了全部的实验室小试和中试实验，包括间歇和连续多级萃取实验，经过优化确定了最佳工艺条件。工艺中酚类化合物的萃取率可达 100%，而且具有高选择性，含油 $<0.1\%$ ，萃取的酚类化合物的相对含量达到 95-99%以上，所制取的酚类化合物产品质量高。经过经济核算，本套工艺的生产成本远低于碱洗脱酚法，具有广阔的发展前景及重要的经济价值，欢迎对本课题感兴趣的企业交流洽谈。

三、先进性

新工艺绿色环保，国内先进。

四、成熟度

本课题组适应经济发展和环保要求，开发了绿色环保的提酚工艺。经过几年的不断攻关，已完成了全部的实验室小试和中试实验，包括间歇和连续多级萃取实验，经过优化确定了最佳工艺条件。该技术目前已经过连续试验验证，成熟可靠。工艺为物理分离技术，没有放大效应，可以直接用于工业生产。

五、可行性分析

本技术已经实验室连续工艺运行，具有稳定、高效和成熟的特点。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等，具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师和高级工程师7人，其中教授3人，副教授3人和高级工程师1人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇，已经发表了

一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、吸附分离、特殊精馏、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；化工材料领域主要研究纳米粒子与多孔材料的制备与应用；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队多年来一直从事煤化工的研究，在煤焦油分离精制方面已有多年的技术积累，尤其对粗酚提取、粗酚分离精制、间甲酚和纯对甲酚的分离精制等产品进行了多年的研究，开发了先进的连续分离技术，取得了许多突破性技术进展，获得了良好经济和社会效益。另见网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

溶剂脱沥青副产的硬沥青调和制备重交道路沥青新工艺

二、成果简介

大部分较重原油，减压渣油的含量一般高达 40%~50%，为将其转化为优质的轻质油品，提高炼油厂整体效益，一般采用溶剂脱沥青工艺。其副产的脱油沥青，软化点高、黏度大、黏结性能差等缺点，限制了其产品的应用。因此如何将脱油沥青转化生产高等级道路沥青产品具有重要意义。

课题组通过多年研究，成功开发出新工艺，将催化油浆或渣油改性，然后将脱油沥青与改性的催化油浆或渣油调和，生产符合技术要求的高等级道路沥青产品。该工艺沥青产品各项性能均满足交通部《JTG F40-2004 公路沥青路面施工技术规范》中 A 等级道路沥青的技术要求。

三、先进性

该技术处于国际先进水平，具有自主知识产权，已经申请了国家发明专利。

四、成熟度

课题组通过多年研究开发出的新工艺，将脱油沥青与改性的催化油浆或渣油调和，可以制备出满足国家标准要求的道路沥青产品。

五、可行性分析

该工艺可有效实现炼厂中溶剂脱沥青装置和催化裂化装置副产品的资源化利用。不仅能够实现催化油浆和脱油沥青两种低附加值副产品的利用，而且利用国家对固体沥青免征燃油税的支持政策，有效减轻企业的税费负担，增加企业盈利水平和利润率。经初步成本核算，每吨高等级道路沥青能为企业创造 1000 元左右的利润，并且能够根据市场需要，调整催化油浆和脱油沥青的调和比例及目标产品的标号。该工艺不仅能有效利用低成本的脱油沥青或催化油浆，而且产品是免税的高等级道路沥青，可以为企业带来可观的经济效益。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等，具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师和高级工程师 7 人，其中教授 3 人，副教授 3 人和高级工程师 1 人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇，已经发表了

一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队多年来一直从事催化油浆和沥青的研究，在油浆精制、油浆转化和溶剂脱沥青方面已有多年的技术积累，取得了许多突破性技术进展，获得了良好经济和社会效益。另见网页：
<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe188@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

由甲醛生产二羟基丙酮的新工艺

二、成果简介

1,3-二羟基丙酮(DHA)是最简单的酮糖,化学性质活泼,可作为精细化学品广泛应用于化工、医药、化妆品、食品等领域。1,3-二羟基丙酮与醇缩合可制备乳酸酯和二烷氧基丙酮。乳酸酯是化工、医药领域中重要的溶剂和中间体原料,在食品、医药、合成树脂涂料、胶黏剂、印刷油墨以及石油管道和电子工业清洗领域有着广泛的应用,常用作纤维、塑料和树脂的增塑剂。二烷氧基丙酮是重要的化工中间体原料,可以用来制备维生素A、 β -胡萝卜素、角黄素、虾青素、噻啉等化学品,具有很大的市场和广阔的发展前景。

中国石油大学(华东)化学工程学院重质油国家重点实验室下属的分离工程与新能源课题组,长期从事甲醛自缩合生成1,3-二羟基丙酮方面的研究,现已完成一套完整的DHA合成工艺。在原有间歇工艺的基础上,优化了反应工艺,升级为连续工艺,正在建设工业示范装置,实现工业放大,形成成熟的DHA工业生产技术,亟待与企业合作进行产业化。甲醛缩合制备1,3-二羟基丙酮具有明确的可行性,属于国内领先的技术应用,具有重要的经济和社会效益。

三、先进性

甲醛行业目前产能过剩,附加值低,传统的甲醛行业无法消

耗过剩的甲醛资源。选择甲醛自缩合制备 1,3-二羟基丙酮，用来消耗过剩的甲醛资源，可以实现甲醛下游产品的多样化和甲醛产业的可持续发展，提升甲醛生产企业的经济效益，缓解甲醛市场行业竞争困境。

目前，合成1,3-二羟基丙酮的主要方法为：微生物发酵法、化学催化法（包括电催化法、金属催化氧化法和甲醛缩合法）。国内目前主要通过微生物发酵法生产二羟基丙酮，但是生产工艺不先进，没有找到很好的适于发酵的菌种，目前菌种的产率不是很高，产物浓度较低，经济效益不高。而甲醛缩合法利用过剩的甲醛资源，通过甲醛自缩合反应，生产二羟基丙酮，为合成二羟基丙酮的先进方法，甲醛转化率及二羟基丙酮的选择性均较高，属于国内领先的技术应用，具有重要的经济和社会效益。

四、成熟度

本课题组适应经济发展和环保要求，利用产能过剩的甲醛为原料，自缩合反应生成 1,3-二羟基丙酮。不仅有效解决了我国甲醛产能过剩的问题，还高效开发出了制备 1,3-二羟基丙酮的新型工业催化剂。所用的反应试剂及催化剂均为自主开发的绿色环保型试剂盒催化剂，成本低，可完全回收利用，不产生三废。经过几年的不断攻关，本课题已完成了全部的合成和分离工艺，正在建设工业示范装置，形成成熟的 DHA 工业生产技术，亟待与企业合作进行产业化。

五、可行性分析

目前,国内 DHA 的工业生产方法一般是使用微生物转化法,但是该工艺还不完善,没有找到很好的适于发酵的菌种,目前菌种的产率不是很高,产物浓度较低,经济效益不高。而甲醛缩合法利用过剩的甲醛资源,通过甲醛自缩合反应,生产二羟基丙酮。该法原料易得,经济上具有显著的竞争优势。

发展整套由甲醛生产二羟基丙酮的新工艺,拓展甲醛的下游产业,解决甲醛产能过剩的问题,具有重要的经济价值和发展前景。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等,具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页: <http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成: 李青松教授带领的分离工程与新能源实验室,是重质油国家重点实验室的一部分,团队共有教师和高级工程师 7 人,其中教授 3 人,副教授 3 人和高级工程师 1 人,实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰山学者”称号,曾经在美国留学、工作十几年,有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项,在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇(一篇为第一作者),已经发表了一百多篇科技论文,申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、吸附分离、特殊精馏、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；化工材料领域主要研究纳米粒子与多孔材料的制备与应用；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队负责人多年来一直从事煤和天然气、C₁ 化工、甲醛及其衍生物的研究，在甲醛转化方面已有多年的技术积累，尤其对乙醇醛、二羟基丙酮、和聚甲醛二甲醚等新产品进行了多年的研究，开发了催化缩合的连续合成工艺，掌握了甲醛缩合反应的机理与相应产品分离技术。课题组已经合成了多种二羟基丙酮合成催化剂，开发了高效二羟基丙酮合成工艺，取得了突破性技术进展，获得了良好结果。另见网页：
<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

催化油浆生产沥青的新工艺

二、成果简介

本项目选用沥青改性剂，将 FCC 油浆在一定反应条件下改性提高油浆缩合度，并将具有不同缩合程度的改质油浆掺兑到脱油沥青当中，通过改性油浆与脱油沥青的调和实验条件的探索，确定最佳调和工艺方案，开发出优质道路沥青或卷材沥青系列产品，改性调和的道路沥青或卷材沥青的性能满足国家及交通部的沥青标准—JTG F40-2004 《公路沥青路面施工技术规范》的指标要求，同时也解决了重油特别是难加工油环保利用的问题。

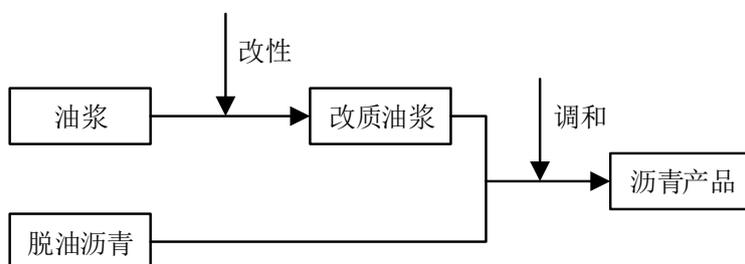


图 1 催化油浆改性制备石油沥青工艺

三、先进性

实验室在该领域具有多年的研究基础，该项技术在国内相关领域也处于先进水平，先后发表多篇研究论文和发明专利，承接中石油燃料油有限责任公司研究院等多家科研和企业单位的重大专项课题，都顺利的完成了结题工作。

表 1 实验室发表论文、专利和开展课题情况

题目	类别	完成情况
溶剂脱沥青工艺优化研究进展	科研论文	《应用化工》已发表
兰炼催化油浆改性生产沥青工艺研究	科研论文	《现代化工》已发表
溶剂脱沥青工艺在重油加工中的应用进展	科研论文	《炼油技术》已发表
催化裂化外甩油浆综合利用研究进展	科研论文	修改在投
兰炼催化油浆交联改质沥青工艺研究	学位论文	已完成
催化油浆改性调和制备道路沥青的工艺研究	学位论文	已完成
长庆油浆改性调和制备道路沥青的工艺研究	学位论文	已完成
煤/油共炼残渣萃取-调和制备道路沥青的 工艺研究	学位论文	已完成
用改性催化油浆和脱油沥青制备道路沥青的 一种方法	发明专利	修改中

四、成熟度

该技术历经数年研究开发，实验室油浆调和制备沥青工艺已非常成熟。已完成的企业横向课题中，中试放大的效果良好，现已开发出一整套体系的油浆改性工艺，成功制备出合格的石油道路沥青（包括 30#A、50#A 和 70#A 等级道路沥青）和沥青防水卷材等系列产品。

五、可行性分析

随着原油资源日益紧张，原油重质化现象日趋严重，环保法越发严格，特别是“三废”的排放问题，因此充分合理的利用催化裂化外甩油浆制备环保的高附加值产品显得尤为重要。

近年来，国内外对催化裂化外甩油浆的高值化利用也日益兴盛，目前，主要集中在各种掺炼组合工艺和单独深加工工艺的研究上。对 FCC 油浆改性处理可以提高油浆的缩合度，其后更高含量的芳香分和胶质是生产优质道路沥青的调和组分，改性调和方式生产的道路沥青具有很好的高低温性能，能够改善沥青路面的抗滑和抗车辙能力，并且还可以减少老化现象。因此针对油浆改性制备道路沥青的工艺研究不仅可以提高 FCC 油浆的利用率，还可以解决脱油沥青等硬质沥青的处理问题，工艺条件缓和不苛刻，无“三废”产生，符合新环保法的要求，同时也能够为企业创造更高的经济效益，具有广阔的发展前景。

本技术已经长期运行，具有稳定可靠和投资少的特点。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等，具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师和高级工程师 7 人，其中教授 3 人，副教授 3 人和高级工程师 1 人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多

项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇，已经发表了一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队多年来一直从事催化油浆和沥青的研究，在油浆精制、油浆转化和溶剂脱沥青方面已有多年的技术积累，取得了许多突破性技术进展，获得了良好经济和社会效益。

另见网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

低阶煤提质联产油 CCCO 热解工艺技术

二、成果简介

我国低阶煤储量巨大，其清洁高效利用，是我国能源发展的重要方向，低阶煤经过热解提质后，能够提高低阶煤资源的利用效率，减轻环境污染，而且增加转化利用的附加值和经济效益，有着很好的发展前景。

美国 LFC 褐煤提质联产油工艺经过 30 多年的发展，技术成熟、可靠，是目前接近大规模商业应用的褐煤热解提质技术。LFC 工艺的不足之处是其核心反应器是专用的旋转篦式反应器，投资大，能耗高，不能加工粒径小于 6mm 的粉煤。实验室建有一套最大处理量为 25kg/h 的 LFC 工艺小试装置，深入研究了 LFC 工艺。针对 LFC 工艺的不足，我们课题组经过多年努力，对其核心设备和工艺流程进行了改进，研制出新型旋转卧式反应器（核心技术已经申请专利），取代旋转篦式反应器，并引入余热回收方法，在 LFC 工艺的基础上开发了低阶煤提质联产油 CCCO 工艺（Cogeneration of Clean Coal and Oil），并新建了一套处理量为 25~150kg/h 的 CCCO 工艺连续小中试装置，最大年处理量达一千吨。新工艺产油率不低于 LFC 技术，但是解决了 LFC 的缺点，投资少，运行稳定。

三、先进性

CCCO 工艺拓展了原料煤的种类，投资少，节能高效，适合长焰煤、褐煤等低阶煤的热解提质，同时生产煤焦油和煤气，属于煤分质利用的新技术，应用前景广阔。单台 10 万吨/年热解装置造价约两千万元，对于 100 万吨/年的生产线，投资大约 2 亿元。

四、成熟度

本课题组分别以蒙东褐煤、芒来褐煤、神木长焰煤为原料，分别在 LFC 小试装置和 CCCO 小中试装置上进行了热解提质实验，并把 CCCO 实验装置生产数据和 LFC 工业装置生产数据进行了对比，该技术目前已经过连续试验验证，成熟可靠。

五、可行性分析

本技术已经连续工艺运行，具有稳定可靠和投资少的特点。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等，具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师和高级工程师 7 人，其中教授 3 人，副教授 3 人和高级工程师 1 人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰

山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇，已经发表了一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、吸附分离、特殊精馏、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；化工材料领域主要研究纳米粒子与多孔材料的制备与应用；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队多年来一直从事煤化工的研究，在低阶煤热解、煤焦油分离精制方面已有多年的技术积累，取得了许多突破性技术进展，获得了良好经济和社会效益。另见网页：
<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe188@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

低温煤焦油的间对甲酚产品中脱除邻乙酚的精制技术

二、成果简介

我国煤焦油资源丰富，可生产相当量的粗酚，进一步可以分离成各种精酚。粗酚分离所得间对甲酚产品（间甲酚与对甲酚的混合物），由于间甲酚和对甲酚沸点十分接近（相差 0.4℃），工业上很难用精馏法将其分离，通常以间/对混合物的形式销售。工业上一般使用吸附法或烷基化法可以进一步将间对甲酚产品加工成纯间甲酚和纯对甲酚。

然而不同于高温煤焦油，中、低温煤焦油粗酚分离所得间对甲酚产品的含量难以达到要求，产品中邻乙基酚的含量过高（5-10%）。由于邻乙基酚沸点与间对甲酚的沸点接近，普通精馏的方法难以使得邻乙基酚得到脱除。因此，而 90-95% 纯度间对甲酚产品目前仅为合格间对甲酚产品约一半价格。

针对以上问题，我们开发了将 90-95% 纯度间对甲酚产品提纯到 99.5% 的分离工艺，解决现有粗酚深加工过程中间对甲酚产品中邻乙基酚含量过高的问题。该技术已经申请了国家发明专利，对混酚原料进行连续萃取，脱除其中的邻乙基酚，精制后间对甲酚产品纯度超过 99.5%，产品收率达 90% 以上，乙酚作为副产品回收，混酚总回收率接

近 99%。

三、先进性

本技术为国内先进新工艺，具有高效、经济、环保的技术优势，能够产生良好的经济社会效益。

四、成熟度

该技术历经多年开发，已日趋成熟，能够解决间对甲酚产品的纯度问题。

五、可行性分析

本技术已经实验室连续工艺运行，具有稳定、高效和成熟的特点。工艺为物理分离技术，没有放大效应，可以直接用于工业生产。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等，具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师和高级工程师 7 人，其中教授 3 人，副教授 3 人和高级工程师 1 人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇，已经发表了

一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、吸附分离、特殊精馏、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；化工材料领域主要研究纳米粒子与多孔材料的制备与应用；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队多年来一直从事煤化工的研究，在煤焦油分离精制方面已有多年的技术积累，尤其对粗酚提取、粗酚分离精制、间甲酚和纯对甲酚的分离精制等产品进行了多年的研究，开发了先进的连续分离技术，取得了许多突破性技术进展，获得了良好经济和社会效益。另见网页：
<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe188@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

间甲酚和对甲酚的分离精制技术

二、成果简介

间甲酚可用于合成染料、香料、抗氧化剂、维生素 E、胶片显影剂等，而对甲酚可用于生产抗氧化剂、增塑剂、医用消毒剂、染料、香料等产品。

我国煤焦油资源丰富，可生产相当量的粗酚，进一步可以分离成各种精酚。粗酚分离所得间对甲酚产品(间甲酚与对甲酚的混合物)，工业上很难用精馏法将其分离，通常以间/对混合物的形式销售，另外有专门企业后续加工。由于间甲酚和对甲酚沸点十分接近(相差 0.4℃)，传统精馏难以实现二者的分离。

针对以上问题，我们开发了间对甲酚产品分离成为 99.5%间甲酚和 99.5%对甲酚的吸附法精制技术，解决现有粗酚深加工过程中间对甲酚产品中间甲酚和对甲酚分离问题。该技术已经申请了国家发明专利，对混酚原料进行吸附分离，精制后产品纯度大于 99.5%，收率达 99%以上。

三、先进性

本技术可采用吸附分离工艺，生产高纯的间甲酚及对甲酚，

属于国内领先的新技术。

四、成熟度

该技术历经多年开发，已完全成熟，能够大幅提升低温煤焦油生产的间甲酚和对甲酚单体的纯度。

五、可行性分析

长期以来，国内外分离方法主要分为物理法和化学法，其中物理法包括结晶分离法、萃取分离法等；化学法则包括尿素法、烃化法、类螯合法等。

本技术相较于以上传统烷基化技术，具有流程短，投资少，高效和环保的技术优势，能够产生巨大的经济社会效益。

五、可行性分析

本技术已经实验室连续工艺运行，具有稳定、高效和成熟的特点。工艺为物理分离技术，没有放大效应，可以直接用于工业生产。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等，具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师和高级工程师7人，其中教授3人，副教授3人和高级工程师1人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰

山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇，已经发表了一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、吸附分离、特殊精馏、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；化工材料领域主要研究纳米粒子与多孔材料的制备与应用；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队多年来一直从事煤化工的研究，在煤焦油分离精制方面已有多年的技术积累，尤其对粗酚提取、粗酚分离精制、间甲酚和纯对甲酚的分离精制等产品进行了多年的研究，开发了先进的连续分离技术，取得了许多突破性技术进展，获得了良好经济和社会效益。另见网页：
<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱: liqs100@aliyun.com; lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

用于柴油添加剂和环保溶剂的聚甲氧基二甲醚合成技术

二、成果简介

该技术是以价格相对低廉的甲醛甲醇为原料，通过优化反应过程及工艺参数（如温度、时间、催化剂量）、采用连续反应工艺，从而提高了转化率和产物收率，以该工艺技术为核心的生产的聚甲氧基二甲醚可广泛应用于柴油添加剂、环保溶剂、 PODE_2 代替甲醛与苯酚合成双酚等过程。

三、先进性

该技术处于国际先进水平，采用价格低廉原料合成高价值产品，解决了原料价格高、易堵塞管道、产品在反应体系易水解等影响。该技术简化了合成分离路线、提高了产物的选择性、有效的降低了生产成本。

四、成熟度

该技术历经近十年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列工艺，包括工艺流程、催化剂、工艺参数。

五、可行性分析

长期以来聚甲氧基二甲醚合成过程中采用低聚甲醛如三聚甲醛，多聚甲醛，甲醇，甲缩醛等为原料的技术路线，该过程中存在原料堵塞管道，价格高等问题。本技术通过选择价格低廉的

甲醛甲醇为原料，以优化的反应过程避免产物的水解问题，有效提高了目的产物的产率。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师和高级工程师 7 人，其中教授 3 人，副教授 3 人和高级工程师 1 人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇（一篇为第一作者），已经发表了一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、吸附分离、特殊精馏、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；化工材料领域主要研究纳米粒子与多孔材料的制备与应用；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队负责人多年来一直从事煤和天然气、

C₁化工、甲醛及其衍生物的研究，在甲醛转化方面已有多年的技术积累，尤其对乙醇醛、二羟基丙酮、和聚甲醛二甲醚等新产品进行了多年的研究，开发了催化缩合的连续合成工艺，掌握了甲醛缩合反应的机理与相应产品分离技术。尤其对甲醛合成新型醇醚燃料（如聚甲醛二甲醚等）进行了多年的研究，开发了聚甲醛二甲醚固体酸催化缩合的连续合成工艺，掌握了甲醛缩合反应的机理与相应精馏、萃取分离技术取得了突破性技术进展，获得了良好结果。另见网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

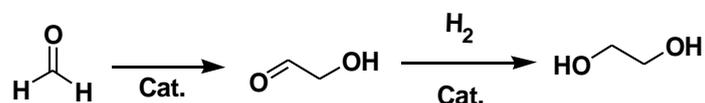
可产业化成果介绍

一、成果名称

由甲醛生产乙醇醛和乙二醇的新工艺

二、成果简介

以甲醛为原料，自缩合生产乙醇醛，效率高、选择性好、产物易分离且稳定性较好，有很好应用前景。乙二醇可由乙醇醛加氢得到。



乙醇醛又名羟基乙醛，具有醇和醛的双重性质，化学性质活泼。作为重要的化学中间体，广泛应用于食品、医药卫生、化工等行业。乙醇醛及其下游产品多是市场紧俏并具有高附加值的精细化工产品，目前市场上出售的乙醇醛价格昂贵，生产成本低，限制了乙醇醛的应用。乙二醇是重要的有机化工原料，用途十分广泛，在医疗卫生、防冻剂、化妆品、炸药、聚酯纤维等行业均有应用。

由甲醛生产乙醇醛和乙二醇的新工艺，可以为我国煤制甲醇甲醛行业产能过剩的现状找到新的解决路径。

三、先进性

该技术处于国际先进水平，具有自主知识产权，申请了国家发明专利。

四、成熟度

本课题组开发了高活性、高稳定性的催化剂，并以低成本的甲醛溶液为原料，建立了合成乙醇醛和乙醇醛加氢制乙二醇的连续化生产工艺。乙醇醛产品收率高，成本显著降低。生产工艺安全稳定、能耗低，投资少、经济效益高。

五、可行性分析

发展整套由甲醛生产乙醇醛和乙二醇的新工艺，拓展甲醛的下游产业，解决甲醛产能过剩的问题，缓解乙二醇市场紧缺、价格昂贵的现状。以 50 万吨/年乙二醇装置为例，乙二醇生产成本较低，年产值 25 亿元，利润 4.8 亿元。

六、产业化实施路径

合作方式包括技术转让或许可、联合实施等，具体洽谈联系项目负责人李青松。

七、团队简介

详见团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

1. 团队组成：李青松教授带领的分离工程与新能源实验室，是重质油国家重点实验室的一部分，团队共有教师和高级工程师 7 人，其中教授 3 人，副教授 3 人和高级工程师 1 人，实验室还包括在读博士及硕士研究生三十多名。李青松教授获山东省“泰山学者”称号，曾经在美国留学、工作十几年，有丰富的研发经验。多年来承担国际科技项目、国家和企业技术研发项目三十多项，在国外权威杂志《自然》上发表研究论文两篇（一篇为第一作者），已经发表了一百多篇科技论文，申请了二十多项发明专利。

利。

2. 研究方向：石油天然气加工和分离工程、化工材料、煤化工与新能源等三个研究方向。主要研究抽提工艺、超临界萃取、吸附分离、特殊精馏、溶剂脱沥青工艺、FCC 油浆与沥青、甲醇衍生物、油田助剂、石油磺酸盐等；化工材料领域主要研究纳米粒子与多孔材料的制备与应用；煤化工与新能源方向主要研究低阶煤热解提质、煤焦油深加工利用和甲醇衍生物的应用研究等。

3. 科研成果：科研团队负责人多年来一直从事煤和天然气、 C_1 化工、甲醛及其衍生物的研究，在甲醛转化方面已有多年的技术积累，尤其对乙醇醛、二羟基丙酮、和聚甲醛二甲醚等新产品进行了多年的研究，开发了催化缩合的连续合成工艺，掌握了甲醛缩合反应的机理与相应产品分离技术。课题组已经合成了多种乙醇醛合成催化剂，开发了高效乙醇醛合成工艺，取得了突破性技术进展，获得了良好结果。另见网页：
<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院：李青松教授

电话：13953298728；团队网页：<http://snnl.cce.upc.edu.cn/>

邮箱：liqs100@aliyun.com；lqs8728@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

催化油浆静电深度脱固及装置技术

二、成果简介

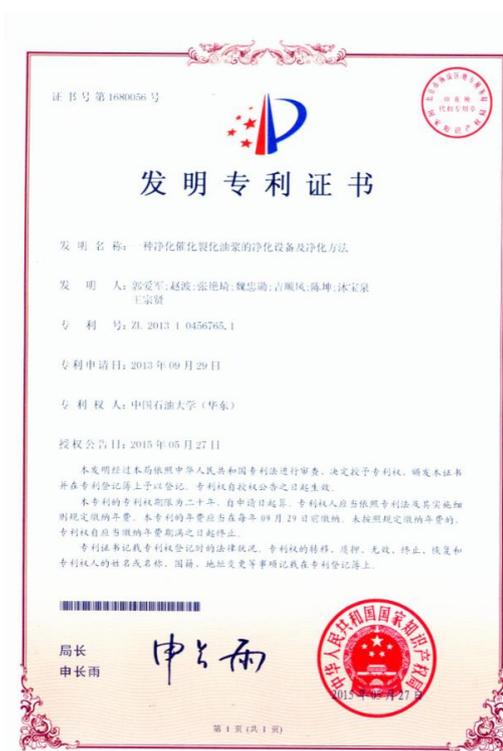
（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术调节油浆固含物的极性，实现催化油浆标准化处理并降低其黏稠度，促进油浆中的催化剂微细粉末在静电场作用下向吸附剂活性位点的低阻力快速定向移动，实现催化油浆的深度脱固。依据催化油浆静电深度脱固工艺为基础建造的有形化装置，为制备先进碳材料（如针状焦、中间相沥青、碳纤维等）以及燃料油加氢脱硫工艺提供超低固含量的催化油浆原料。同时，该技术也可用于含无机矿物微细粉末杂质的其它油料（如原油、油砂沥青）和有机化学品等需要脱固净化的领域。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国际先进水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近十年研究和开发，已处于实验室成熟阶段，经过半年以上连续运行，脱固效果稳定（5-50ppmw）。



五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

催化油浆的典型脱固方法是沉降分离法(包括自然沉降法和化学沉降法)、过滤分离法(包括金属滤芯微孔材料过滤法和高温陶瓷膜错流过滤法)、离心分离法(包括旋液分离法)和传统的静电分离法,这些方法都具有一些难以避免的缺陷,如脱固程度低、生产稳定性差、生产效率低、装置成本高、维护成本高等;金陵石化引进的国际同类产品难以满足我国重催油浆的脱固要求。该新型静电深度脱固装置技术具有自主知识产权,脱固效果好,装置成本仅为国际同类产品的 10%~20%,维护费用也很有优势,可以根据各石化企业的油浆处理量定制,而油浆集中处理则更具优势。

商业模式为:成立“催化油浆静电深度脱固及装置”研发与制造企业,实现该技术的产业化,拓展该技术在石油化工和先进碳材料等行业的应用。投资规模约在 1000 万-3000 万之间(不包括厂房投入和土地投入)。预期五年内可创产值上亿,利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等,意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

现缺少稳定的中试/生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与石油化工新材料生产及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括但不限于技术转让/授权、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、**团队组成**：低值重油绿色改质科研团队核心成员共有教师 5 人，其中教授 2 人，副教授 1 人，讲师 2 人。

2、**研究方向**：催化油浆脱固提质及其装备技术、先进碳材料制备技术、劣质重油改质/加工成套技术研究开发及工业应用、高液收延迟焦化 (HLDC) 新技术开发与工业应用、劣质重油减黏-深度热解组合工艺开发、减压渣油供氢减黏—延迟焦化组合工艺开发、石油渣油热转化或加氢转化过程中的生焦与抑焦技术、劣质重油非加氢脱硫技术、提高焦化液收降低焦中硫含量、新能源氢气制备储存和利用技术、碳质废弃物资源化技术、气液有机污染物治理技术等。

3、**科研成果**：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 30 余项;在国内外著名刊物发表论文 200 余篇，其中 SCI 收录 80 余篇，EI 收录 120 余篇;获国家发明专利 22 项，实用新型专利 15 项;获省部级科技进步特等奖 1 项、一等奖 3 项、二等奖 2 项、三等奖 2 项;获省级自然科学科学技术奖和优秀科研成果奖各 1 项。



郭爱军
教授 博导



王宗贤
教授 博导



陈坤
讲师 硕导



刘贺
讲师 硕导



沐宝泉
高工

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

化学工程学院: 陈老师

电话:13165159881

邮箱: chenkun@upc.edu.cn、ajguo@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

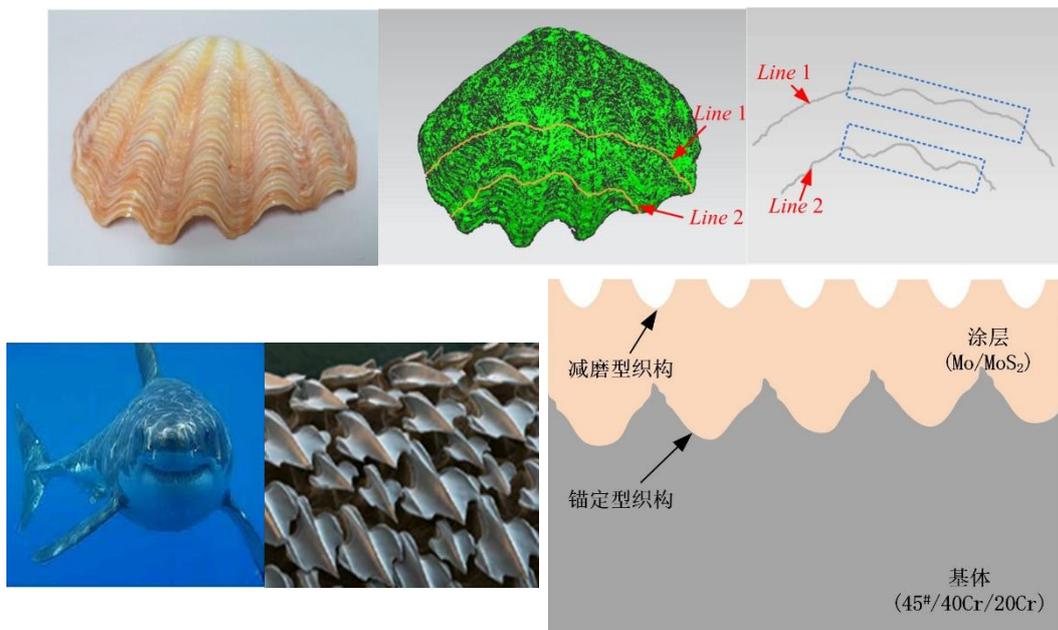
一、成果名称

激光微织构梯度涂层的锚固与减磨技术

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

该技术基于仿生原理，创新提出表面/界面微织构梯度复合涂层结构，并对其减摩及动密封性能、涂层锚定强化、润滑保持等性能进行机理研究和强化工艺分析，形成优化的制备方法及其工艺参数，该技术主要特点是提高工作部件等离子喷涂涂层界面结合强度和表面减磨性能。可用于泵类柱塞、活塞环-套和钻头滑动轴承和曲轴等高温、酸碱环境下的重载滑动摩擦副表面，以提高其表面减摩和油润滑动密封等性能。



三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

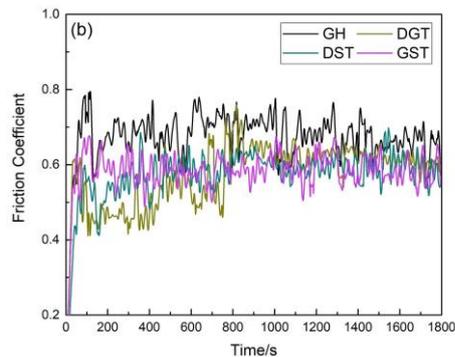
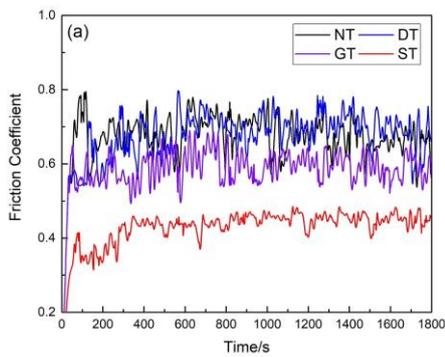
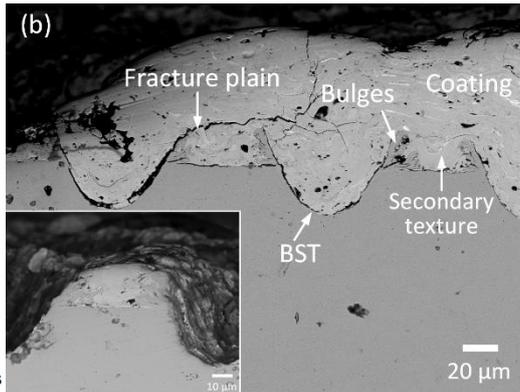
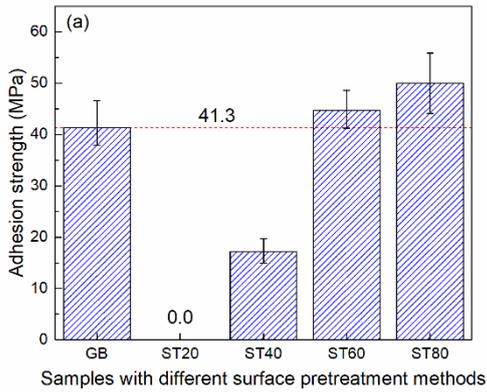
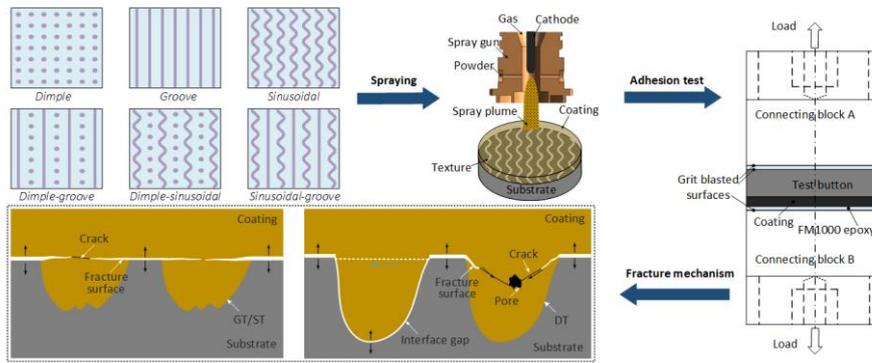
该技术处于国际领先水平，申请了发明专利，具有自主知识产权，获得山东省优秀科研成果三等奖。



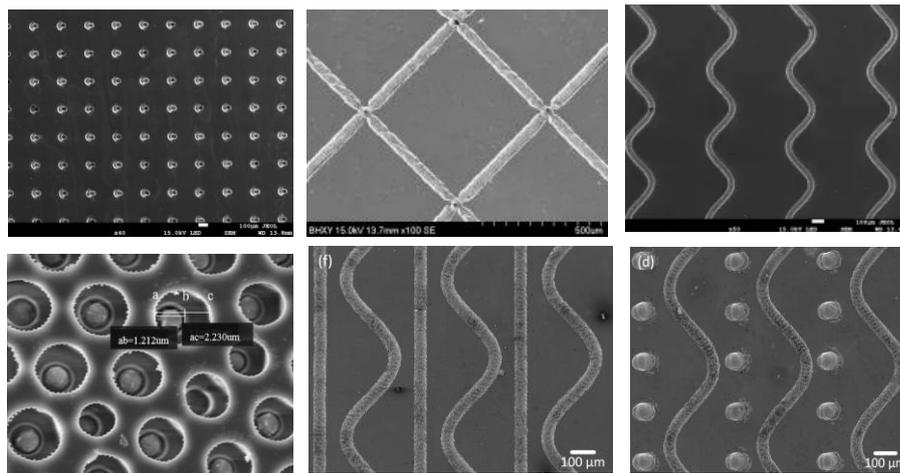
四、成熟度

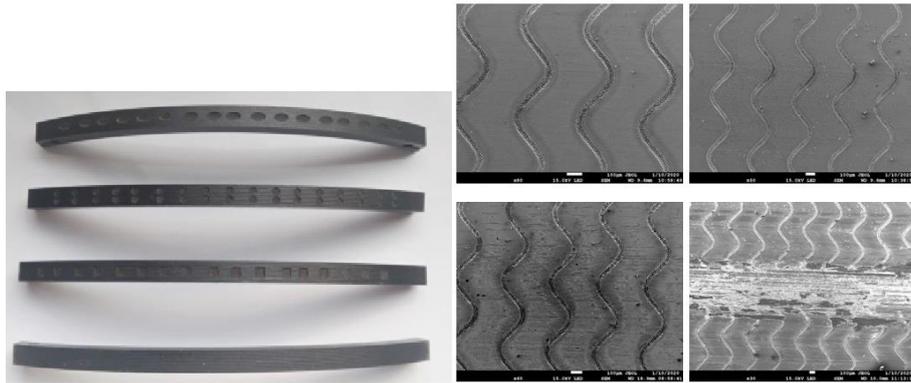
（实验、中试或应用情况等，可附图片）

该技术历经了几年开发，已处于成熟阶段，开发出成体系的工艺参数及织构与涂层组合，包括可粉体、喷涂参数、织构形貌、激光织构参数和涂层厚度等。设计可参数化制备的多形态正弦型织构，包括凹坑-直线织构、凹坑-正弦织构、正弦-直线织构三种复合形貌织构。探究了不同织构形状在拉伸和销-盘往复摩擦实验下的结合强度和摩擦学性能。



以该功能织构涂层技术在抽油杆及短节、活塞和发动机活塞环进行了织构涂层等几个产品部件上进行了验证，并获取了同等条件下 2 倍以上失效时间的优异效果，经济效益非常显著，获得了多家单位及机构的肯定。





五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

长期以来，国内外等离子喷涂涂层锚固的方法主要是化学和喷砂法预处理基体零部件表面，这些方法都具有各自不可避免的缺点，如污染环境、耗能、成本高、部件表面易出现夹砂和微裂纹、结合强度有限等。同时，在涂层表面激光织构出仿生微形貌，用来减磨、提高润滑性和动密封性。利用激光织构部件和涂层表面仿生形貌的加工效率高、无污染、热影响小、非 100% 部件表面处理且适用范围广等优点。目前，国内同类竞争企业只有一家采用法国专利技术的企业，不具有自主知识产权，无法满足不同工况条件下的个性化需要。

商业模式为：成立“激光微织构梯度涂层的锚固与减磨技术”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、白色家电、水处理、化工、电力、暖通等行业的应用。投资规模约在 500 万-2000 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

该技术现缺少稳定的产品应用、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与建筑装修产品企业、新材料、石油装备制造企业和企业技术开发部门及各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让、许可、股权融资、联合实施或则协商确定等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：复合材料与表面工程科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 3 人，讲师 1 人，国务院政府特殊津贴获得者 1 人；同时，拥有全日制在读研究生 20 余人，其中博士研究生 6 人；此外，课题组与企业、院所保持密切合作关系，具有较强的研究能力。

2、研究方向：绿色、高效的激光熔覆-修复涂层制备技术、耐酸碱环境的悬浮液等离子喷涂热障涂层及釉封技术、溶液前驱等离子喷涂仿生超疏水涂层技术、溶液前驱等离子喷涂仿生自清洁涂层技术和激光微织构梯度复合涂层减磨及锚固技术等表面减磨、耐酸碱、自清洁和耐高温的涂层技术。

3、科研成果：近五年该领域承担科研项目 15 项，与济南某

部队及江苏申利达等公司合作成果转化及推广项目 3 项；依托相关研究在国内外知名期刊发表文章 120 余篇，其中 SCI/EI 收录 50 余篇；申请国家发明专利 10 项、软件著作权 2 项；发表专著 1 本；获得山东省科技进步三等奖 2 项、山东省高等学校优秀科研成果二等奖 1 项、三等奖 1 项；通过省科学技术成果鉴定 2 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 伊鹏

电话: 18266639869

邮箱: yipeng@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

微织构-自润滑复合涂层技术

二、成果简介

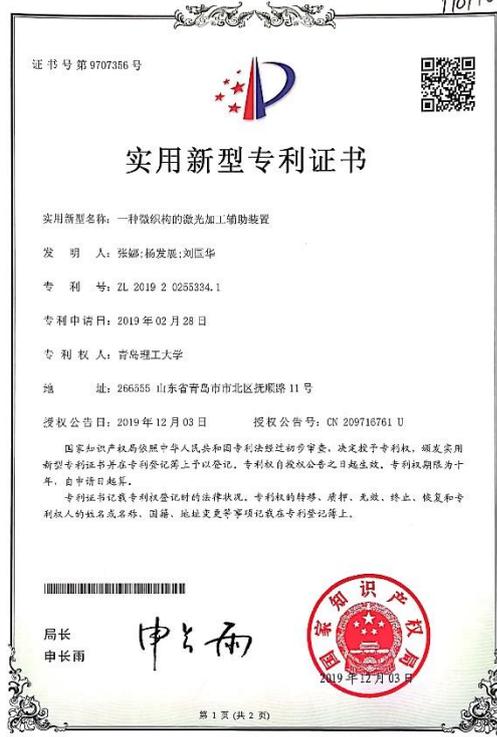
（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术以实现微织构及自润滑涂层的协同作用为核心，在材料接触表面先后加工出微织构与润滑涂层，改善材料表面的摩擦学性能，有效提高试样的服役寿命。在材料表面进行织构化设计如凸起、凹坑或沟槽可以作为储油槽、储屑槽，同时还有利于产生微动压润滑、提高承载力并减小摩擦力矩。在材料表面加工出润滑涂层能够改变表面的组成成分、微观结构以及物理机械性能。将表面织构技术与涂层技术相结合并应用到实际生产中可以获得更高的经济效益，目前，该技术可应用于刀具、泵等领域。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

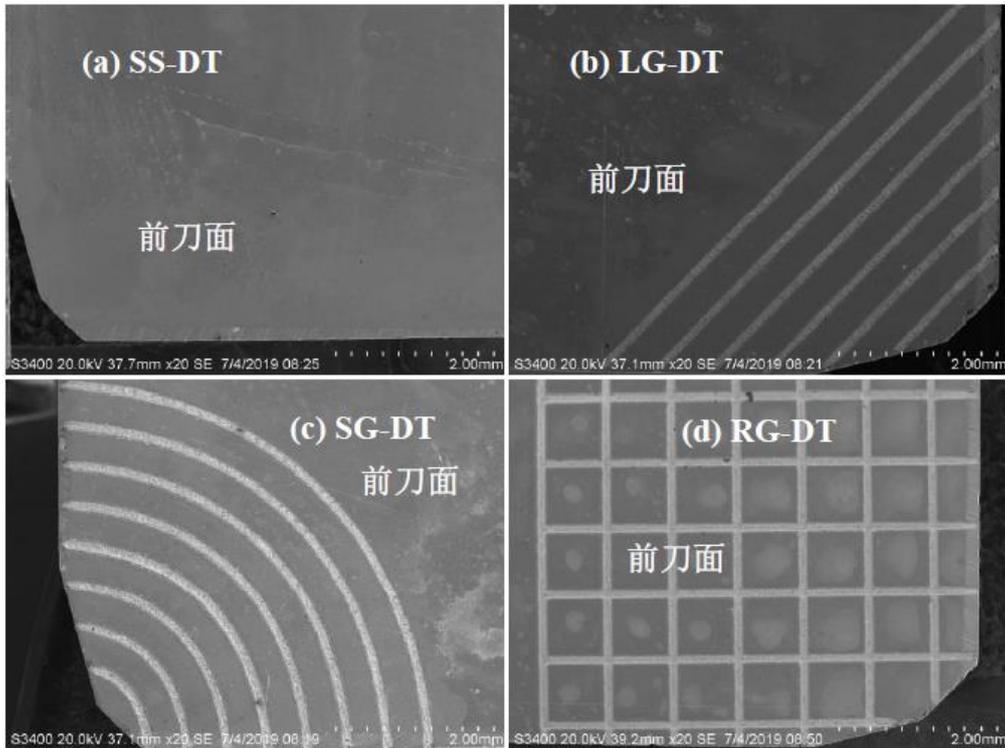
该技术处于国际先进水平，申请了发明专利及实用新型专利，具有自主知识产权。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

团队已在微结构-自润滑复合涂层技术上研究多年，已处于成熟阶段，已探究出微结构、润滑涂层的制备参数及性能参数，加工出微结构-自润滑复合涂层试样，揭示了微结构-自润滑复合涂层的作用机理。



团队将微织构-自润滑复合涂层技术应用于刀具领域中，并进行了系列切削实验。结果表明织构-自润滑复合涂层刀具可大幅降低切削过程中的力，降低前刀面-切屑接触区摩擦系数，降低切屑的卷曲半径，减缓刀具后刀面与切屑之间的摩擦剧烈程度，提高被加工件的表面质量。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

随着机械工件工作环境日益复杂，对材料的摩擦磨损性能提出来的要求也越来越高，但是仅仅从材料本身出发很难大幅度提高工件的摩擦学性能。长期以来，提高接触表面摩擦学性能的方法是在材料接触表面使用润滑剂或者制备润滑涂层。随着激光织构技术的发展，将织构技术与涂层技术相结合能够大幅改善材料

表面的摩擦学性能。目前，国内很多企业在材料表面制备复合涂层来提高材料表面的摩擦学性能，还鲜少有企业将微结构与自润滑涂层相结合应用到实际生产中。

商业模式为：成立“微结构-自润滑复合涂层技术”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在摩擦润滑方面应用。投资规模约在 100 万-500 万之间（不包括厂房投入）。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

当前产业化的难点为高精度大批量微结构的制备，现缺少精密激光加工设备及后续资金投入，因此期望寻求与高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、股权融资等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：复合材料与表面工程科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 3 人，讲师 1 人，国务院政府特殊津贴获得者 1 人；同时，拥有全日制在读研究生 20 余人，其中博士研究生 6 人；此外，课题组与企业、院所保持密切合作关系，具有较强的研究能力。

2、研究方向：绿色、高效的激光熔覆-修复涂层制备技术、

耐酸碱环境的悬浮液等离子喷涂热障涂层及釉封技术、溶液前驱等离子喷涂仿生超疏水涂层技术、溶液前驱等离子喷涂仿生自清洁涂层技术和激光微织构梯度复合涂层减磨及锚固技术等表面减磨、耐酸碱、自清洁和耐高温的涂层技术。

3、科研成果：近五年该领域承担科研项目 15 项，与济南某部队及江苏申利达等公司合作成果转化及推广项目 3 项；依托相关研究在国内外知名期刊发表文章 120 余篇，其中 SCI/EI 收录 50 余篇；申请国家发明专利 10 项、软件著作权 2 项；发表专著 1 本；获得山东省科技进步三等奖 2 项、山东省高等学校优秀科研成果二等奖 1 项、三等奖 1 项；通过省科学技术成果鉴定 2 项。

八、联系人及联系方式

联系人：伊老师

电话：18266639869

邮箱：yipupc@163.com;yipeng@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

莲藕高效智能采收关键技术与装备研制

二、成果简介

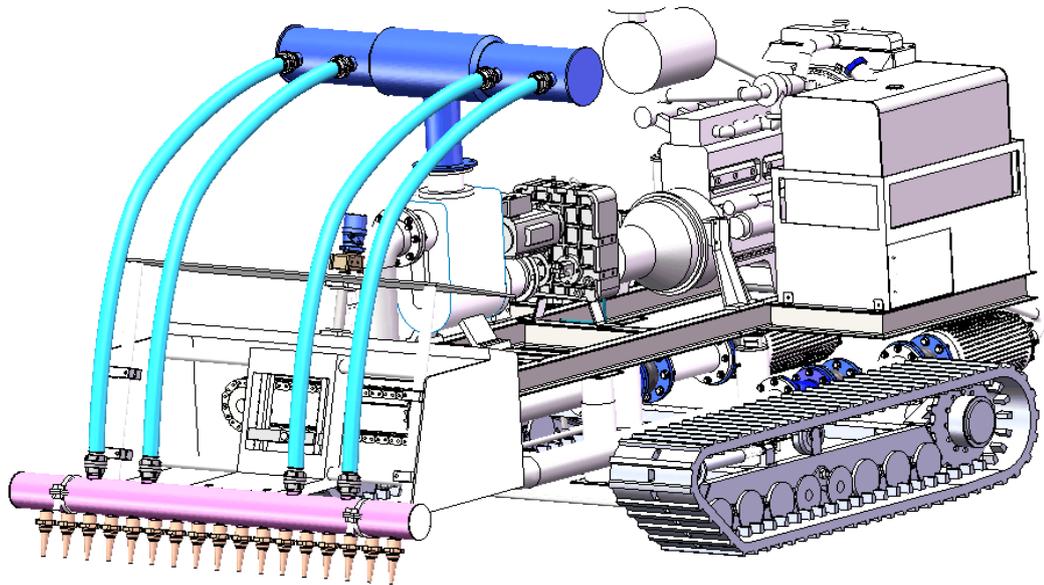
1. (包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等, 字数限500字, 建议图文并茂)

本技术的目的是为了克服莲藕采收机自动化作业能力低的不足, 提供一种提供挖藕用的一种全液压设计的履带车载水力射流采藕机, 整机可升降, 以适应不同作业水深, 遥控控制。整机由液压履带式底盘、机体、液压升降装置、动力驱动装置、污水泵及管路、射流移动机构、泵吸入及反冲洗装置、液压系统和遥控控制系统等9部分组成。其中履带和双行走马达组成行走机构, 液压驱动; 机体通过液压升降装置安装在行走机构主梁上, 实现上部机体升降; 动力驱动模块和污水泵、油箱、液压系统及射流移动机构集成与一体化底座上, 采用柴油机驱动污水泵; 污水泵低压射流流体通过管路、射流移动机构到射流机构通过喷嘴喷出, 实现射流采藕; 由于作业环境杂质多, 设计开发泵吸入管及反冲洗装置, 解决管路、喷嘴和污水泵等堵塞问题; 整机采用全液压驱动和遥控控制, 操作人员不下水实现采藕。可以广泛应用于恶劣环境下水田农作物采收领域。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

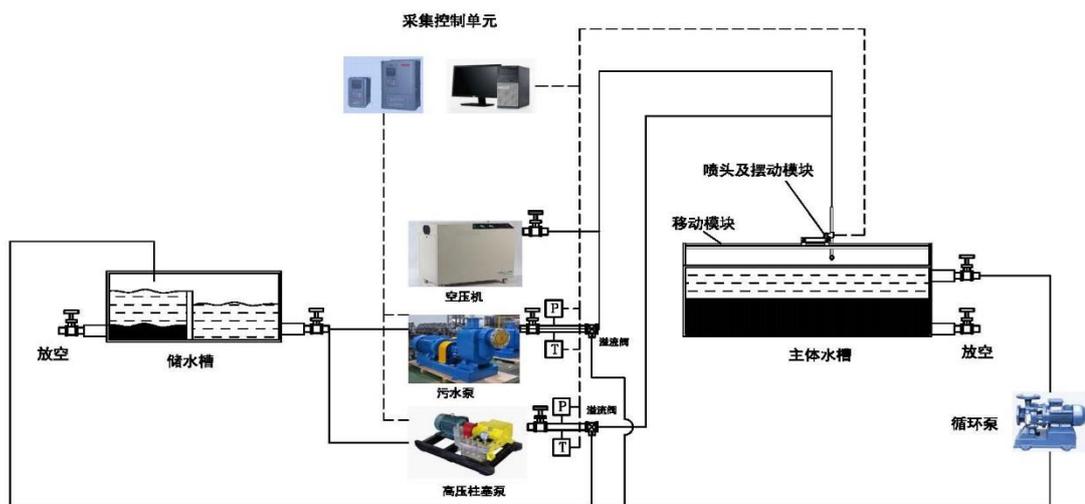
该技术处于国际先进水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权。



四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

该技术为新型产业，目前国内外产业化还不成熟，研制的整机组成包括：液压履带式底盘、机体、液压升降装置、动力驱动装置、污水泵及管路、射流移动机构、泵吸入及反冲洗装置、液压系统和遥控控制系统等 9 部分组成。污水泵低压射流流体通过管路、射流移动机构到射流机构通过喷嘴喷出，实现射流采藕。水射流综合试验台整体流程图如下。





五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

长期以来，莲藕在收获环节尚无专用合理的收获机械，仍以人工采挖为主存在劳动强度大、环境恶劣、人工成本高等问题，各参与单位发挥产学研合作优势，开发集先进性、适应性、安全性和可靠性于一体的多功能、高效低耗、高采净率、轻量化智能莲藕收获技术和装备。并结合后续功能的需要进行规范化设计和技术集成，并在推广应用合作单位形成技术应用和收获装备作业示范区。

商业模式为：成立“莲藕高效智能采收关键技术与装备”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、

白色家电、水处理、等行业的应用。投资规模约在 100 万左右（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上千万，利税每年可上百万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

当前莲藕智能化采收还不健全，机动性和环境适应性差，缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：复合材料与表面工程科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 3 人，讲师 1 人，国务院政府特殊津贴获得者 1 人；同时，拥有全日制在读研究生 20 余人，其中博士研究生 6 人；此外，课题组与企业、院所保持密切合作关系，具有较强的研究能力。

2、研究方向：绿色、高效的激光熔覆-修复涂层制备技术、耐酸碱环境的悬浮液等离子喷涂热障涂层及釉封技术、溶液前驱等离子喷涂仿生超疏水涂层技术、溶液前驱等离子喷涂仿生自清洁涂层技术和激光微织构梯度复合涂层减磨及锚固技术等表面减磨、耐酸碱、自清洁和耐高温的涂层技术。

3、科研成果：近五年该领域承担科研项目 15 项，与济南某部队及江苏申利达等公司合作成果转化及推广项目 3 项；依托相关研究在国内外知名期刊发表文章 120 余篇，其中 SCI/EI 收录 50 余篇；申请国家发明专利 10 项、软件著作权 2 项；发表专著 1 本；获得山东省科技进步三等奖 2 项、山东省高等学校优秀科研成果二等奖 1 项、三等奖 1 项；通过省科学技术成果鉴定 2 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：伊老师

电话：18266639869

邮箱：yipeng@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于交流电磁场的海洋装备智能可视化检测技术及仪器

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

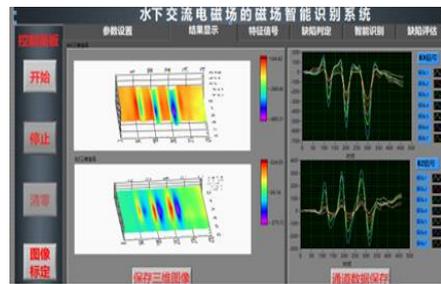
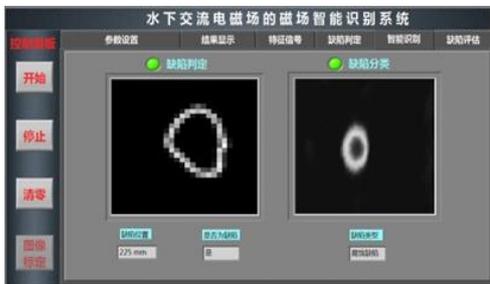
交流电磁场检测技术基于电磁原理，在非接触条件下，可实现对被测件缺陷的定量评估与可视化成像。中国石油大学(华东)海洋油气装备与安全技术研究中心(以下简称研究中心)自 2000 年以来持续开展交流电磁场检测技术研究，在交流电磁场智能检测、可视化评估、仪器及系统集成方面取得重要突破，形成一批具有自主知识产权的海洋结构缺陷交流电磁场检测技术及仪器，在无需清理或少清理结构表面附着物情况下能够实现结构表面 1 mm 深度缺陷的智能识别，缺陷检出率达到 95%以上，缺陷可视化评估准确率达到 85%以上，技术指标达到国际先进水平。目前，该技术还成功用于海工、核电、铁路、能源等多个领域关键装备的无损检测工艺中

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

围绕海洋装备交流电磁场检测技术，研究中心在国内外著名

电磁场智能检测、可视化评估、仪器及系统集成方面取得重要突破，形成一批具有自主知识产权的海洋结构缺陷交流电磁场检测技术及仪器。



基于交流电磁场开发的系列仪器已在青岛市特检院、中石油、中海油等多家单位推广应用，缺陷检测效果优异，经济效益非常显著，获得了多家单位及机构的肯定。



五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、

企业预计投资规模及投资回报等)

随着海洋强国战略加快推进,海洋资源开发和利用由浅海进入深海,促使各类高端海洋技术、海工装备及海洋产业迅速发展,为山东省和青岛市新旧动能转换带来新的机遇和挑战。海洋装备及技术开发,尤其是各类海洋仪器的研发,具有高投入、高附加值的特点,已经成为国内外新兴产业战略高地,具有重要的科研价值及市场应用前景。

水下交流电磁场智能可视化检测技术作为一种先进的海洋结构无损检测技术,能够实现结构缺陷的智能识别与可视化评估,在海工装备、海洋产业及海洋经济发展中具有独特优势,具有显著的经济效益和应用前景。可以预见该技术能够在未来转化到实际工程应用之中,形成海工装备安全检测与服务规模化产业,为海洋工程装备配套产业技术创新、新旧动能转化贡献一份力量。

目前,只有英国 TSC 公司拥有基于电磁原理的水下检测仪器,价格昂贵,检测显示不直观,无法实时成像,国内尚无同类竞争。

商业模式为:采取 B2B 的商业模式,目前已经具有成熟的检测系统,完备的产品体系,可满足不同客户在不同环境中的需求。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等,意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

仪器已经定型,未能实现大批量产,缺少长久的合作厂家,

缺乏市场推广渠道及营销团队，缺少稳定的资金投入，因此期望寻求与高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：海洋油气装备及安全技术研究中心教授 4 名，副教授 5 名，讲师 4 名，博士、硕士研究生共计 100 多名，形成团结协作、结构合理的科研团队。

2、研究方向：涵盖结构构件的无损检测与结构整体的健康监测两个方面；注重新兴检测技术的突破，以及多种技术的互补集成；涉及检测理论方法与技术的研究、仪器系统的研发、工程应用；研究对象由钢结构向复合材料以及混合结构等逐渐扩展；落脚于以油气装备为主的工程结构安全保障层面。

3、科研成果：承担海洋油气装备及安全技术相关课题 70 余项，其中包括国家重大科技专项、重点研发计划、863 计划、国家自然科学基金课题 20 余项。发表学术论文 360 余篇，出版专著教材 4 部。获国家科技进步二等奖 1 项、省部级科技进步奖 10 项。获国家发明专利 25 项、软件著作权 6 项。培养博士、硕士研究生 42+150 名，其中 31 名研究生已获工学博士学位。

八、联系人及联系方式

机电工程学院：李老师

电话：18678910863

邮箱: liwei@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

海上作业波浪补偿系统

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

在海洋工程领域，船舶和浮式平台在波浪等自然因素的作用下将会产生周期性的升沉运动，严重影响了海上作业的效率、质量及安全性，因此波浪补偿技术孕育而生。波浪补偿技术就是对船体上的关键作业过程及装备进行控制，使其不再受船体升沉运动的干扰，从而改善作业条件。

该成果针对液压缸补偿和绞车补偿两种补偿方式，采用理论分析、创新设计、系统仿真和试验验证相结合的研究方法，研发了多种创新技术方案与设计方法，创建了补偿系统的控制性能评价和平稳控制技术体系，可以使系统具备被动、主动或半主动升沉补偿功能，提高了补偿系统的综合性能和控制效果，可以广泛应用于海洋钻井、海洋采矿、海上货物吊装、潜器拖曳与回收、海洋结构物安装、海上救助和海底探测等海洋工程领域。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国际先进水平。围绕该技术先后申请并授权国家发明专利 9 项、制订石油天然气行业标准 1 部、发表学术论文 30 篇，获得 2020 年山东省技术发明三等奖，形成了自主知识产权。



图 1 发明专利

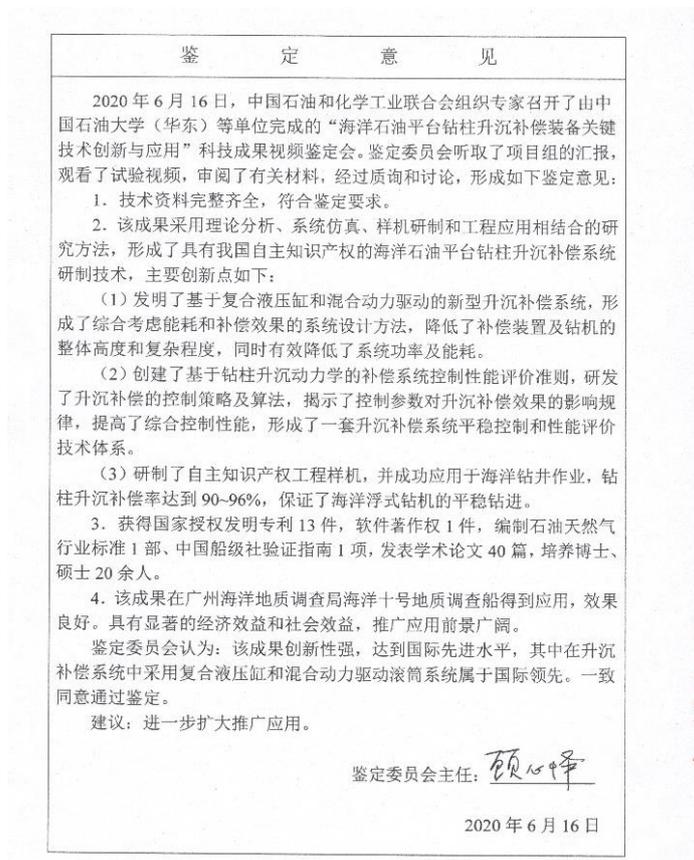


图 2 成果鉴定证书

四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

在国家和企业支持下，经十余年攻关，该成果在基础理论、设计方法、性能评价及控制算法、实验测试方法、工程产品研发

等方面均取得进展和突破，形成了设计—研究—制造—验证—应用的一整套技术体系，近年来研究成果在中石油宝石机械、山东科瑞、兰州兰石等多个国内大型装备企业进行了应用，工程样机通过了中国船级社认证，成功应用于广州海洋地质调查局等单位的海上作业当中，取得了显著的经济和社会效益。



图 3 四种不同类型补偿系统的原理样机及其试验系统

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

国外海洋工程装备巨头在波浪补偿技术方面起步较早，掌握

了该领域的核心技术，处于垄断地位；目前，美国 Dynacon、NOV，德国 MacGregor、Rexroth，挪威 Hydralift，荷兰 Huisman、IHC 等公司均有成熟产品，其中在海洋浮式钻井系统和海洋起重机上应用最多。

国外将升沉补偿系统相关成果进行严格保密，国内一些高校和上海振华、武汉船机等企业近年来针对波浪补偿系统开展研究，开发了实验样机和工程样机，但我国整体还处于理论分析和试验测试阶段，目前产品基本依靠进口。

商业模式为：由制造企业开展“波浪补偿系统”的产业化，拓展该技术在海洋钻井、海洋采矿、海上货物吊装、潜器拖曳与回收、海洋结构物安装、海上救助和海底探测等海洋工程领域的推广应用。

六、产业化实施路径

（当前产业化难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的开发制造基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与高端装备制造企业进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、技术服务合作、作价入股等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：海洋波浪补偿技术团队共有教师 6 人，其中教授 1 人，副教授 2 人，高级工程师 1 人，博士后/讲师 2 人；

还包括在读研究生 20 人，其中博士生 3 人，硕士生 17 人。

● 研究团队——负责人简介

- ◆ 张彦廷（1968-），博士，教授，博士生导师，江苏省双创人才，泉城学者，机械工程学科带头人
- ◆ 先后主持或作为主要骨干承担国家和省部级纵向科研课题20余项，发表学术论文53篇，获国家发明专利15项，获省部级科技进步奖2项，局级科技成果奖多项



中国石油大学是我国第一所石油高等学府。机械工程学科为博士点一级学科，拥有国家海洋物探及勘探设备工程实验室、国家采油工程技术研究中心、中石油海洋工程重点实验室。

图 4 团队负责人简介

2、研究方向：流体传动及控制工程、海洋工程装备、机电一体化技术、计算机辅助机械工程。

3、科研成果：围绕波浪补偿技术，共承担国家及省部级科研项目 7 项，累计到位科研经费 530 万元，攻克了多项科研难题，受到课题主办方的好评；围绕波浪补偿技术，在国内外著名刊物发表论文 30 余篇，授权国家发明专利 9 项，实用新型专利 5 项，制订石油天然气行业标准 1 部，获得 2020 年山东省技术发明三等奖 1 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

2 秒速沸技术及 DCB 沸腾芯系统

二、成果简介

独创国际领先的 2 秒速沸技术 (Double core boiling technology, 简称 DCB), 基于欧美日唯一认可的金属加热器以“DCB 算法+HSH 结构”为创新核心, 提出蒸汽和余热的二次加热技术, 将液体在 0-10 秒内烧到任意指定温度, 实现液体的精确控温, 比传统加热节能 10%以上。7 项突破国内外即热行业的技术瓶颈, 相关专利 20 多项, 具有 2 秒双核速沸、体积极小、不结水垢、双超节能、水温精控 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内、硬件智能纠正、海拔自适应、不存剩水、不限水质、成本低等突出优点, 真正领先世界的小家电技术!

以 2 秒速沸技术为核心制造的“DCB 沸腾芯系统”, 可广泛应用于即热式的饮水机、便携口袋机、茶炉/茶吧/泡茶机、管线机、直饮机、咖啡机、商用开水机、水龙头、淋浴等, 该技术也广泛延伸于厨房家电、军工、车载、旅行、公共设施、能源电力、医疗等行业的液体加热节能领域, 潜在市场巨大如图 1 所示。

饮水机市场

目前国内饮水机市场主要分为电烧水壶、立式饮水机和台式饮水机，整体市场规模大约在**480亿**；
2019年前3季度即热式饮水机同比增长率**900%**，年销售量约**309万台**（未来几年**>100%**高速增长），
有逐渐渠道常规饮水机的趋势。



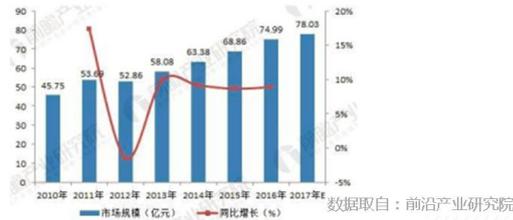
茶电市场

智能茶具及电热水壶行业市场规模有望延续上升趋势。2016年，行业市场规模在**74.99亿元**左右，同比增长**8.9%**，
未预计未来5-10年行业新型茶饮增长率为**>18%**，在2020年将达到**百亿级**市场。

随着市场发展，未来茶器的发展方向：①茶器向更加智能化方向发展，②产品体现出健康养生的概念

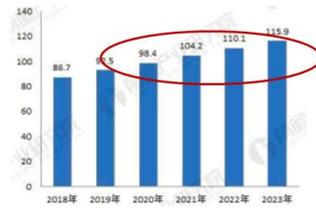
市场规模变化

图表4: 2010-2017年我国智能茶具及电热水壶行业市场规模变化情况 (单位: 亿元, %)



市场规模预测

图表5: 2018-2023年中国智能茶具及电热水壶行业市场规模预测 (单位: 亿元)



咖啡机市场

随着咖啡文化的发展和90后逐渐成为消费主力，咖啡机产品的消费群体也在不断的变化，逐步朝年轻化一代发展，
而在竞争方向上，年轻人注重产品品质、时尚化、个性化成为了主要的趋势。

国内年销量大约**336万台**（国内增幅达**20%-30%**），出口销量在**8000万-1亿台**。

2009-2017年我国咖啡机需求概况产品均价走势图



2009-2017年中国咖啡机行业出口情况

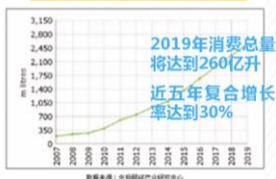


饮料机市场

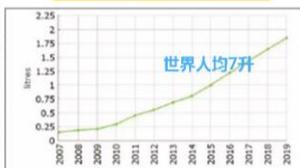
功能饮料是2000年来风靡于欧美和日本等发达国家的一种健康饮品。在中国功能饮料越来越
越多的消费者喜爱，中国逐渐成为功能性饮料的消费大国。

伴随这功能饮料的需求上升，饮料机的需求也显现出来，目前饮料机市场**几乎是市场空白**，
未来5年将会出现井喷式增长。

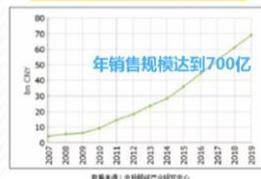
中国功能饮料市场容量



中国功能饮料人均消费量



中国功能饮料市场销售量



单位: 台	国内市场 (不含出口)									咖啡机备注
	即热式饮水机			即热水龙头			咖啡机			
品牌	小米	行业预测	TCL	志高	苏泊尔	行业预测	美的	东菱	行业预测	
线上预测	43000		390000	380000	345000		18000	19200		咖啡机主要做出口, 出口量每年大约在8000万-1亿台
线下预测	43000		390000	380000	345000		54000	28800		
整体/月	86000	258000	780000	760000	690000	4500000	72000	48000	280000	
整体/年	1032000	3096000	9360000	9120000	8280000	54000000	864000	576000	3360000	

即热式饮水机年销售量大约**309万台** (未来几年还将告高速增长**100%以上**);
即热水龙头年销售大约**5400万支** (增速**50%以上**);
咖啡机国内年销量大约**336万台**, 出口在**8000万-1亿台**左右 (国内增幅达**20%-30%**)

图 1 部分应用对象的市场数据调研

三、先进性

该技术处于国际领先水平, 申请了多项发明专利, 具有自主知识产权和相关认证 (见表 1 和图 2)。技术先进性得到业内标杆性采购企业的一致认可 (见图 3)。

表 1 专利明细

专利号	名称
2018110552389	即热式饮水装置和方法
2018214805086	水位盒
2018108016538	即热式饮水机控制方法和装置
2018301141839	即热式饮水机
201820075519X	一种具有泡茶功能的茶盘
2018100398657	一种具有泡茶功能的茶盘
201810042772X	一种卧式泡茶机用内置式泡茶容器
2018215578164	出水嘴水汽分离装置
2018100427734	一种自动循环泡茶机及自动循环泡茶控制方法
2018214798701	即热式饮水装置
2018303308545	即热式饮水机
2018221800848	出水嘴及饮水机
2018304345698	饮水机
2018207001969	烧水设备
2018207007236	防尘盖及防尘盖装配总成
2019200602574	出水嘴汽水分离装置及饮水器
2020100249382	浮子装置及热水器
2016303107015	茶盘
2016306040869	茶盘
2016302274186	泡茶机
2016103922077	一种智能煮茶机
2016103922096	一种智能泡茶机
2016103922109	一种智能泡茶机

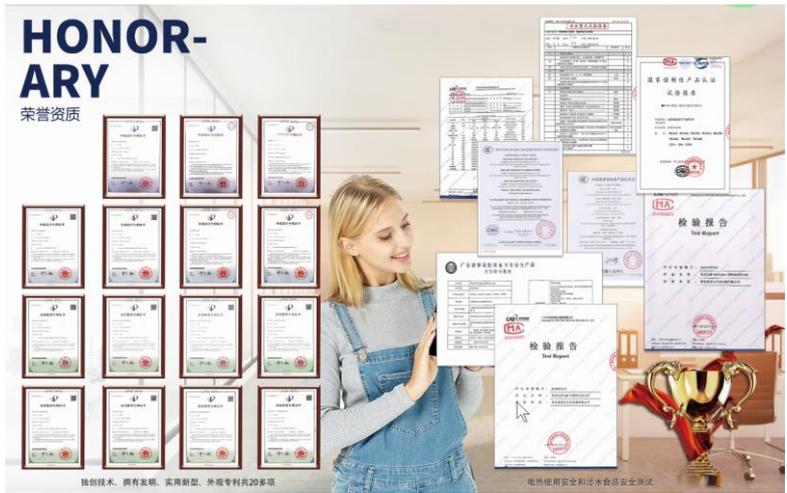


图 2 相关授权证书和安全认证



图 3 代表性企业技术合作协议

四、成熟度

该技术历经近 5 年开发，已处于大批量生产阶段，开发出可直接“拿来即用”的系列“DCB 沸腾芯系统”（见图 4）。后续继续研发高原烧到 100 度、瞬间制冷、开发新型加热器等即热升级系统等，一直保持技术领先优势。

01 DCB沸腾芯系统

型号: DCB 18
 电压: AC200V~250V (其他电压可订做)
 功率: 2100~2200W (功率可订做)
 进水温度: 1~60度
 出水温度: 常温~100度, 也可制蒸汽
 水温精度: ± 2 度 (默认+0~4度), 不受水泵精度影响
 升温速度: 0~6秒沸腾 (可根据要求定做)
 水质要求: 不限水质 (支持矿泉/山泉/纯净水/自来水等), 无需清理水垢
 沸水量: 根据环境温度智能调节 (夏天440ml/min~冬天340ml/min, 不受水泵功率影响)
 一次出水量: ≥ 150 ml任意设定 (不受环境温度、水泵功率影响)
 沸点: 根据海拔自调节

操作说明

- 加水键: 短按上调1度, 长按快速上调温度
- 减水温键: 短按下调1度, 长按快速下调温度
- 加水量键: 短按上调10ml, 最大990ml
- 减水量键: 短按下调10ml, 最小150ml
- 出水按钮: 短按出水 / 短按停水
- 数码显示: 默认显示实时水温和设置水量, 调温度时显示设置水温
- 故障代码: E01缺水, E02 未连温度探头

模组构成

- 主控板: 独创算法, 符合3C安规, 含漏水/过电安全保护 (火线零线 ≥ 0.75 平方)
- 加热模块: 铝或304不锈钢金属加热器, 内部高温线, 紧固件
- 温控模块: 高精度温探, 固定外壳, 卡扣件、密封件
- 微型水流计: 独创技术, 小巧, 灵敏, 可靠耐操
- 精控水泵: 12v/7w, 多种规格 (环境温度最高耐100度), 正常寿命 ≥ 500 h
- 液汽分离出水嘴: 新技术, 具有多种规格以适合不同产品
- 欧美日认可的铝/不锈钢加热器, 可出口, 功能稳定, 健康安全!



沸腾芯DCB 18-1型



沸腾芯DCB 18-2型

02 口杯机/便携机 系统

型号: DCB18-K01
 电压: AC200V~AC250V (其他电压可订做)
 功率: 1600W (其他功率可订做)
 沸点: 根据海拔自调节
 水质要求: 不限水质 (矿泉/山泉/纯净水/自来水等), 无需清理水垢
 进水温度: 1~40度
 出水温度: 45度, 60度, 85度, 100度 (温度档可订制)
 一次出水量: 150毫升、250毫升、500毫升、手工停水 (水量档可订制)

优势

- 标准化设计, 采用独有算法和创新结构
- 结构极简, 体积小, 口杯式外径 ≥ 74 mm 高度 ≥ 212 mm (折合出水嘴和插座)
- 不限水质, 不结水垢, 寿命长
- 特色功能: 环境温度智能调流 (不受环境温度、水泵的影响)、海拔沸点自调节, 流量大、寿命长、漏水检测等
- 不怕摔, 耐性好
- 丰富外置接口: 支持各种显示屏、水位检测、NTC、水泵、高温保护等
- 支持二次开发: Wifi/2G, TDS检测, 语音, 物联网、租赁模式、滤芯寿命检测等
- 欧美日唯一认可的金属加热器, 可出口, 功能稳定, 健康安全



03 茶吧机/茶炉 系统

型号: DCB18-TEA01
 电压: AC200V~AC250V (其他电压可订做)
 功率: 2100W (其他功率可订做)
 沸点: 根据海拔自调节
 水温精度: ± 2 度 (默认+0~4度)
 升温速度: 0~6秒沸腾 (升温速度可订制)
 水质要求: 不限水质 (矿泉/山泉/纯净水/自来水等), 无需清理水垢
 进水温度: 1~40度
 出水温度: 45度, 60度, 85度, 100度, 制冷功能 (温度档可订制)
 一次出水量: 150毫升、250毫升、500毫升、手工停水 (水量档可订制)

优势

- 标准化设计, 采用独有算法和创新结构
- 不限水质, 不结水垢, 寿命长
- 为专业泡茶提供准确水温 (默认+0~4度), 不受水泵精度影响
- 结构极简, 体积小, 横竖双向放置, 造型设计任意发挥
- 特色功能: 环境温度智能调流 (不受环境温度、水泵的影响)、海拔沸点自调节, 流量大、寿命长、漏水检测等
- 不怕摔, 耐性好
- 丰富外置接口: 支持各种显示屏、水位检测、NTC、水泵、高温保护等
- 支持二次开发: Wifi/2G, TDS检测, 语音, 物联网、租赁模式、滤芯寿命检测等
- 欧美日唯一认可的铝/不锈钢金属加热器, 可出口, 功能稳定, 健康安全!



04 台式机/管线机 系统

型号: DCB18-GT02
 电压: AC190V~AC260V
 功率: 2100W (其他功率可订做)
 沸点: 根据海拔自调节
 水温精度: ± 2 度 (默认+0~4度)
 升温速度: 0~4秒沸腾 (升温速度可订制)
 水质要求: 不限水质, 无需清理水垢
 进水温度: 1~40度
 出水温度: 45度, 60度, 85度, 100度, (温度档可订制)
 一次出水量: 150毫升、250毫升、500毫升、手工停水 (水量档可订制)

优势

- 标准化设计, 采用独有算法和创新结构
- 不结水垢, 寿命长
- 流量大, 水温准 (+0~4度) 不受水泵精度影响
- 结构极简, 体积小, 横竖双向放置, 造型设计任意发挥
- 特色功能: 环境温度智能调流 (不受环境温度、水泵的影响)、海拔沸点自调节, 漏水检测等
- 丰富外置接口: 支持各种显示屏、水位检测、NTC、水泵、高温保护等
- 支持二次开发: 内置12V1A电源, Wifi / 2G, TDS检测, 语音, 物联网、租赁模式、滤芯寿命检测等
- 欧美日唯一认可的铝/不锈钢加热器, 可出口, 功能稳定, 健康安全!





图 4 支持各种饮水相关产品

五、可行性分析

在国内，目前市场仅有三种即热技术（见表 2）：热得快式、石英厚膜、稀土厚膜：第一种技术逐渐被后两者所取代，但后两种技术为美国发明、英国也推广过，后来因为有污染不达标在欧美日被禁止，20 年前技术流入我国发展起来。但后两种因为各有重大技术缺陷从而应用领域大大受限（例如漏电、仅能用纯净水、无法出口、水温不准、热衰减迅速、假沸腾、升温慢）。随着纯净水的普及，近几年即热技术仅用于饮水机领域，可掩盖部分即热技术缺陷，2020 年即热产品的产值仍然较高约 120 亿元，目前以每年 300%的增速增长。

在国外，即热技术主要用于泡茶泡咖啡，但一直未研发成功。德国基于金属加热器，最高仅能烧到 90℃，一旦超温蒸汽激烈喷

射；日本单次采用小体量加热罐烧开再排出，依次循环，缺点每次需要等几十秒；美国虽然发明了石英厚膜、稀土厚膜这两种即热技术，因为环境污染问题未使用该技术，也采用日本的即热路线。近年来国外出现两种即热咖啡机，一种速溶咖啡机，升温极慢、水温低仅 60-70℃，另一种是即热高温出水 90 度左右，缺点为首次开机需要预热 30 秒、成本高、水温无法无极调节等。

表 2 技术对比

我们即沸芯 DCB	热得快式金属管	石英玻璃厚膜	稀土厚膜
0-3 秒真沸腾 ^{业内瓶颈} Boiling really in 0-3 seconds ^{only}	2-6 秒 2-6s	10-20 秒 10-20s	5-8 秒 5-8s
不结水垢 ^{业内瓶颈} 不限水质 No scale No restrictions on water quality ^{only}	结水垢 只能纯净水 Scale formation Purified water only	轻微水垢 不限水质（但需定期清垢） Scale formation Purified water only	结水垢 只能纯净水 Scale formation Purified water only
精控±2℃ ^{业内瓶颈} Accurate control within ±2℃ ^{only}	±15℃	±15℃	±15℃
体积小 ^{业内瓶颈} 任意设计造型 Small size ^{only} shape designed arbitrarily	体积中 Medium size	体积大，造型大大受限 Large size	体积中 Medium size
横竖皆可 ^{业内瓶颈} 任意设计造型 Both horizontal and vertical placement ^{only} shape designed arbitrarily	必须竖放 造型受限 Vertical placement Limited shape	必须竖放 造型受限 Vertical placement Limited shape	必须竖放 造型受限 Vertical placement Limited shape
无热衰减，抗震抗 摔 No heat attenuation, Anti-vibration	结水垢，热衰减快 Scale formation Fast heat attenuation	结水垢，热衰减快，怕摔 Scale formation Fast heat attenuation No impact resistance	结水垢，热衰减快，怕摔 Scale formation Fast heat attenuation No impact resistance

and Anti-impact			
结构极简, 成本低 Minimal structure Low cost	结构简单, 成本极低 Simple structure Very low cost	结构复杂, 成本低 Complex structure Low cost	结构一般, 成本高 General structure High cost
无极精确水量 环境及硬件自适应 Precise control of water quantity Adapt to the environment and hardware automatically	粗控 无法环境功率自适应 Rough control of water quantity Unable to adapt to the environment and power automatically	粗控 无法环境功率自适应 Rough control of water quantity Unable to adapt to the environment and power automatically	粗控 无法环境功率自适应 Rough control of water quantity Unable to adapt to the environment and power automatically
水流大 Large flow	较小 Relatively small flow	中 Medium flow	较大 Relatively large flow
安全、耐用 Safe and durable	看水质, 自来水 2 个月热功能下降 Depending on the water quality, 2-4 months with tap water	不管什么水质, 热功能衰减快 Depending on the water quality, 6-12 months with tap water	看水质, 自来水 6 个月热功能下降 Depending on the water quality, 6-12 months with tap water
水电分离 Separation of water and electricity	易堵管、严重时漏电 Pipes clog easily Electric leakage in serious cases	易碎、漏电 Fragile Electric leakage	易爆膜、430 不锈钢出锈水 Easily damaged Water with rust due to 403 Stainless iron
可出口 Exportable	可出口 Exportable	不能出口 Non exportable	不能出口 Non exportable
不存剩水 No water left	存剩水 Store remaining water	存剩水 Store remaining water	存剩水 Store remaining water
应用极广 ^{业内瓶颈} Widely used ^{only}	应用范围较小 缺点: 结水垢、寿命短) Minimal usable range (Scale	应用范围极小 缺点: 体积大、水温不准、造型受限 Minimal usable range (Large size, Inaccurate water	应用范围小 缺点: 结水垢+430 产生锈水 Small usable range (Scale formation, Vertical

	formation, Short service life)	temperature, Vertical placement)	placement)
--	--------------------------------	----------------------------------	------------

我们采用“DCB 独创算法+HSH 创新结构”，克服同类即热技术的重大缺陷，因此大大扩大了应用场景，以 DCB 沸腾芯系统为核心可构建起万亿级生态链即热饮水系统（见图 5），市场前景巨大。

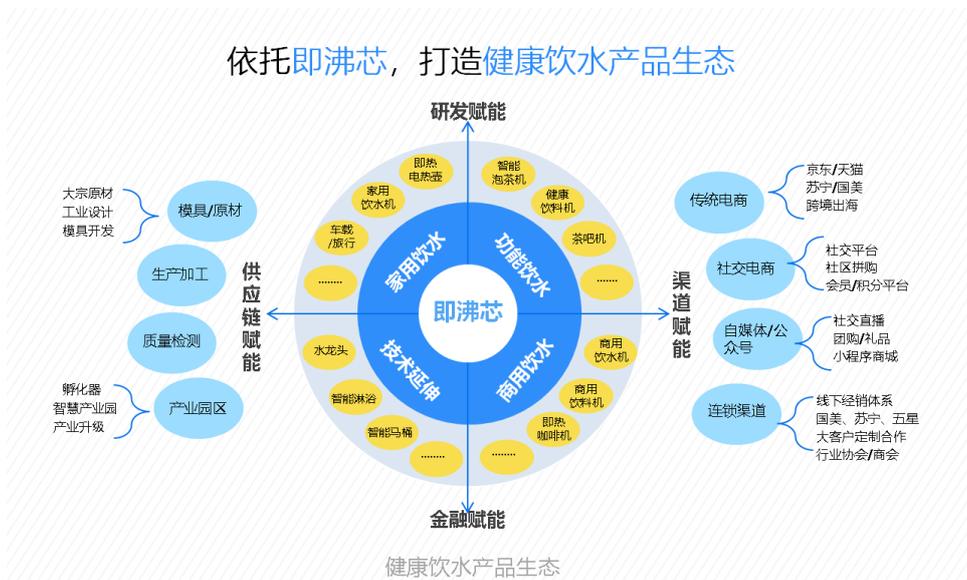


图 5 生态链即热饮水系统

商业模式为：成立“2 秒速沸技术及沸腾芯系统”高科技研发企业，以 To B 输出为主推广“DCB 沸腾芯系统”，为健康饮生态链系统的生产性企业提供核心技术模块。

资规模约在 1000 万，预期三年内可创产值达六亿，利税每年可达四千万，见表 3 和图 6。

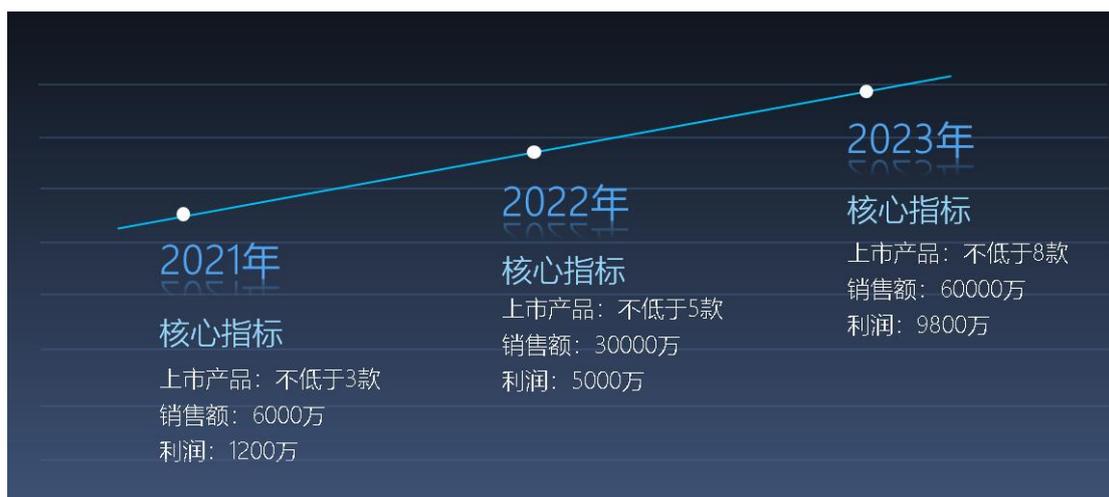


图 6 业绩拓展规划

表 3 业绩目标规划

年度	系列	销量	客单价	销售额	毛利率	利润额	利润率
2021年	合计	800,000		60,000,000		12,958,650	22%
	家用饮水	500,000	70	35,000,000	28%	6,394,500	18%
	商用饮水	200,000	90	18,000,000	45%	5,285,250	29%
	便携饮水	100,000	70	7,000,000	28%	1,278,900	18%
2022年	合计	3,780,000		270,600,000		52,322,670	19%
	家用饮水	3,000,000	70	210,000,000	28%	38,367,000	18%
	商用饮水	400,000	85	34,000,000	41%	9,095,850	27%
	便携饮水	300,000	70	21,000,000	28%	3,836,700	18%
	技术延伸	80,000	70	5,600,000	28%	1,023,120	18%
2023年	合计	7,220,000		607,500,000		98,674,313	16%
	家用饮水	6,000,000	65	390,000,000	23%	58,529,250	15%
	商用饮水	600,000	75	45,000,000	33%	9,689,625	22%
	便携饮水	500,000	65	32,500,000	23%	4,877,438	15%
	技术延伸	2,000,000	70	140,000,000	28%	25,578,000	18%

六、产业化实施路径

现缺少专业的市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求具有国际视野及家电营销经验的市场推广人及风险投资机构进行项目合作，合作方式包括产品区域代理、股权融资、技术转让或许可等。

七、团队简介

金涛 公司战略规划 产品设计师	李* 嵌入式工程师 研发总监	王** 软件工程师 App开发	侯** 市场及运营负责人 业务规划
产品设计与研发	嵌入式技术	软件技术难点攻关	市场和运营管理
本硕博毕业于985高校，中国石油大学（华东）工业设计系副教授，硕士生导师，主持国家自然科学基金2项，发表SCI/EI论文等16篇，精通于工业设计、模具注塑、用户体验等产品开发，主持20多项新产品开发，其中获国家民族品牌、山东工业设计省长杯等	本科毕业于山东科技大学，曾任职于海尔、海信、国家电网配套单位的项目经理，精通嵌入式、单片机等，研发过众多产品，创下单机销售几百万不出问题的记录	县级高考状元，保送南京大学，曾任浪潮软件部主管，山东中泳股份有限公司技术总监（创始人）。负责新产品难点攻克，军用靶机实现列装；游泳智能计时系统、便携手持计时系统、多年来用于全国游泳锦标赛	8年公司运营管理经验,3年公司市场销售经验，尤其擅长公司整体业务的规划与执行；曾在海×多个部门担任重要职务，并牵头完成多个重要项目的实施落地工作

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

后果嵌入、体能模拟与多人协同的超级 VR 模拟训练系统

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

中国石油大学(华东)海洋油气与安全技术研究中心联合挪威 GEXCON 公司，开发出一种结合泄漏、爆炸条件下的过程动态风险特征和 FLACS 结果嵌入技术结合的安全模拟仿真系统。本模拟系统能重复考虑扩散浓度、火灾热载荷和爆炸冲击载荷对模拟人员和设备的影响，同时模拟行走体能消耗，能够在不同虚拟模型环境下进行各类事故体验、应急模拟处置测试分析，隐患排查训练、逃生能力和条件测试等内容。

该系统能实现班组多人在危险环境或作业条件下危险应急作业模拟和体验，具有如下绝对领先的技术优势：

1、火灾、爆炸、烟气影响条件下人员应急逃生模拟，基于国际权威风险计算软件 FLACS 和 Autodyn 等计算分析人员伤害程度，开发人员生命残值算法，模拟人员逃生；

2、实现班组和团队应急处置协同和隐患排查竞赛；

3、能模拟应急人员应急条件下体能消耗情况和心理状态评估测试。



图1 本技术产品超级VR实验室实景



图2 隐患排查模拟功能模块

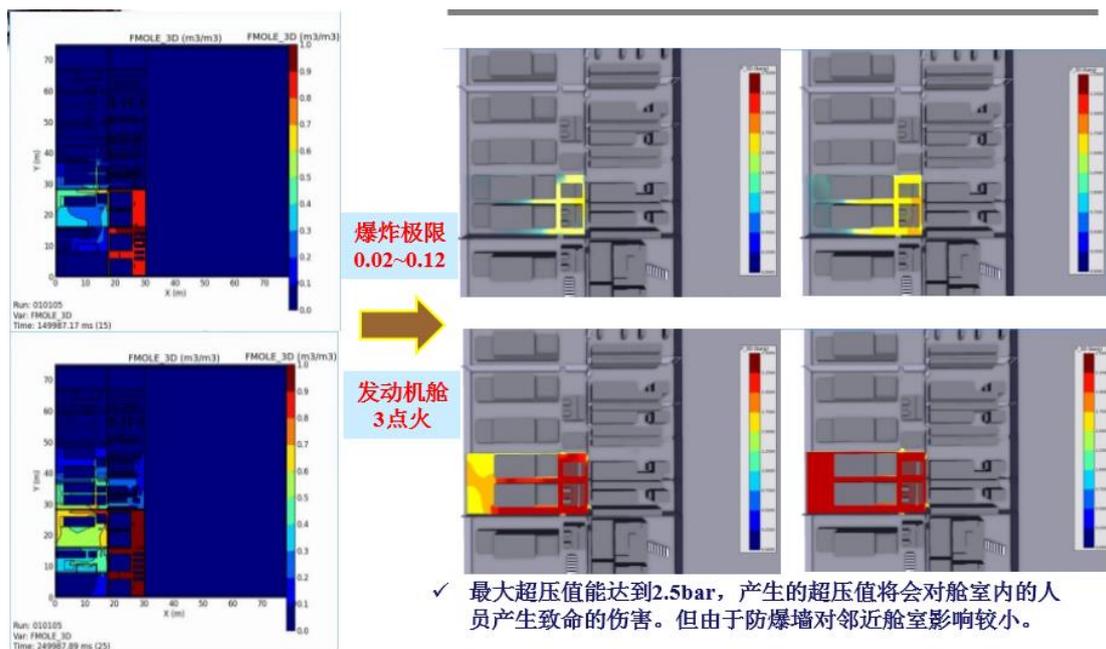


图2 海洋平台火灾、爆炸后果模拟 VR 嵌入实例

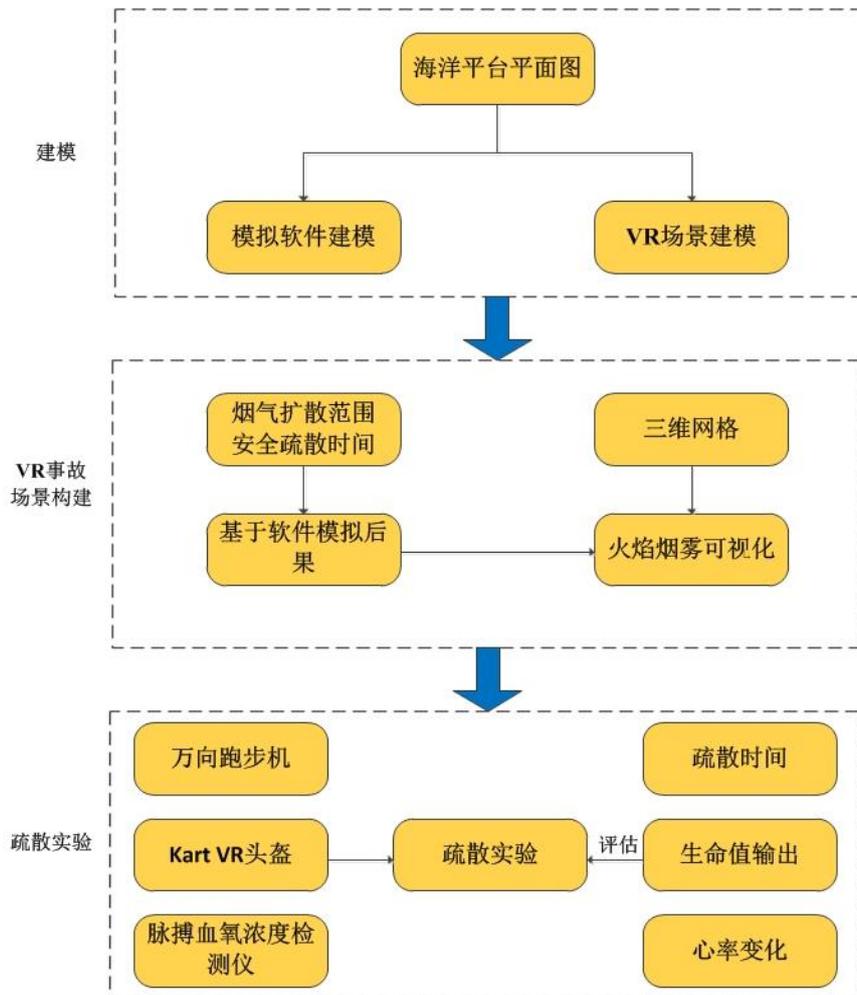


图3 火灾爆炸后果影响嵌入 VR 原理流程图

更多详细介绍和视频请扫描以下公众号，阅读文章《安全实训超级 VR 实验室 by COEST》:



三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

中国石油大学（华东）海洋油气装备安全技术研究中心开发的 VR 超级实验室是目前国内、国际可查、公开的最先进的安全事故 VR 技术整合系统，具有：

虚拟现实环境下多人协同模拟技术，能语音模拟班组在事故处置的协同操作和语音联系；---普通 VR 大多为单人体验式，无法模拟协同训练。

火灾爆炸、中毒后果 VR 嵌入技术，模拟事故对人员交互影响；--普通 VR 大多“在火焰里奔跑”，无事故影响，严重失真。

目前已经申报软件注册权 3 项，发明专利 1 项，发表 SCI 论文 2 篇。

四、成熟度

目前本技术产品应用单位：

（1）国家管网东部管网有限公司：日照油库多人协同、后果嵌入应急模拟演练评估系统。已完成，好评。

（2）中国石油大学教育发展中心：多人协同事故隐患排查 VR 系统，多人协同事故后果嵌入/体能消耗 VR 系统。已完成，好评。

（3）哈尔滨理工大学：多人协同事故隐患排查 VR 系统，多人协同事故后果嵌入/体能消耗 VR 系统。已完成，好评。

(4) 大庆职业学院：典型油田装置和作业多人协同、火灾爆炸后果嵌入 VR。合同进行中。

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

目前 VR 应急产品较多，但是本成果具有明显的先进性，较强的竞争力：

(1) 本产品开发基于中国石油大学安全科学与工程学科专业平台和动画专业人员联合体开发，拥有安全工程专业经验、权威风险分析计算软件和 VR 开发经验；

(2) 不断创新的产学研产品开发机制，本技术产品不断为客户升级和应用最新的研发技术，包括多人协同技术、语音应急指挥、火灾爆炸后果嵌入技术、应急能力指标 VR 测试和评估技术等，不断迭代投入开发。研究开发与应用，形成开发研究、应用模拟测试研究与应用、企业应用检验改进的产学研一体化自升循环式发展；

(3) 商业模式灵活，目前可采用定制开发式与连锁式进行。定制开发针对有具体模型和演练要求的企业进行，开发定制产品，连锁式适合一般的培训机构，提供丰富的 VR 产品。以上两种模式均提供定期产品技术升级。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，

意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

本技术产品适合对企业人员隐患精确能力和认知评价有需求的先进企业,适合对班组人员现场处置预案进行演练和科学评估有认知和需求的先进企业。包括大型央企和对 VR 实训效果安全认知较高的先进民营大型企业集团。

本团队具备完全的技术能力,因此合作方式为定制型产品开发,或连锁模式产品购买。

七、团队简介

中国石油大学海油油气装备与安全技术研究中心(英文简称 COEST)于 2009 年成立,隶属中国石油大学(华东),由中国石油大学(华东)机电工程学院安全科学与工程系、机电工程系精干教师和博士、硕士研究生团队组成。负责中国石油大学安全科学与工程博士学位点建设工作。

中心以海洋油气特别是深水石油钻采相关的装备及安全工程领域的关键技术与理论难题为主要研究对象,融合海上油气钻采工艺与装备、安全检测技术、安全评估以及可靠性理论,为海洋油气钻采装备及泛油气安全工程领域科研和技术发展服务。该中心的科研团队多年来围绕近海石油钻采装备与安全保障技术主题,已经开展大量的应用基础理论研究,已取得复杂油气工程风险分析与评估理论与技术、近海石油结构物安全分析与评估理论及工程应用、冰区平台疲劳断裂及可靠性评估理论与应用研究、

在役海底管道安全可靠性评估研究、模糊概率断裂力学及其应用研究、海洋结构安全检测新技术应用基础研究、深水钻井隔水管设计及应用技术等多项创新成果，达到国内先进水平。

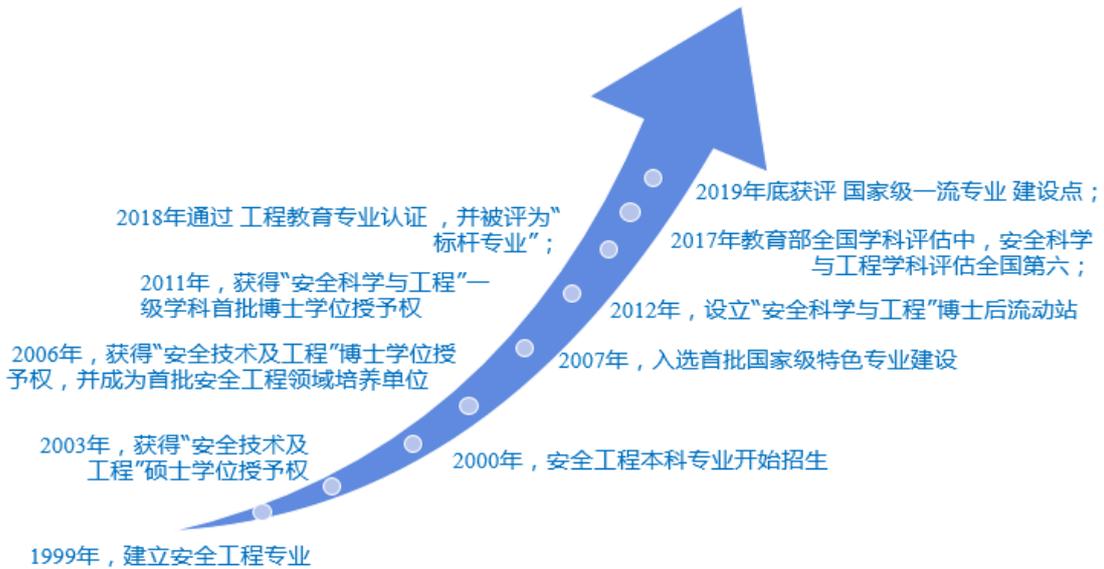


图 4 中国石油大学（华东）安全工程发展历程

八、联系人及联系方式

技术负责人：付建民，18678916229

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

潜油永磁同步电机直驱螺杆泵采油系统

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

1. 系统构成

潜油永磁同步电机直驱螺杆泵采油系统主要包括：潜油永磁同步电机、电机保护器、螺杆泵、控制柜、电缆等几部分。与传统的“三相异步潜油电机+电机保护器+行星齿轮减速器+减速器保护器+螺杆泵”的采油方式相比，具有两大特色与创新点：

（1）采用高效率、高功率密度的潜油永磁同步电机代替三相异步潜油电机，提高了系统效率。与三相异步潜油电机相比，潜油永磁同步电机采用永磁体励磁代替电励磁，在效率、功率密度、功率因数等方面具有一定的优势。

（2）省掉了行星齿轮减速器及其保护器，有效缩短了传动链长度，减少了故障点，进一步提高效率。

2. 系统应用领域

（1）适合高粘稠、高含砂蜡油井开采

随着油田不断开发，高粘稠、高含砂蜡油井逐渐增多，杆式柱塞泵以及电潜离心泵采油方式难以满足要求，潜油永磁同步电

机直驱螺杆泵采油系统是此类油井采油的有效手段。

(2) 适合大斜度井、水平井开采

新油田的不断发现以及海上油田的开发，大斜度井、水平井日益增加，潜油永磁同步电机直驱螺杆泵采油系统机组长度相对较短，更易通过中、短曲率半径水平井的造斜段，不会发生较大弯曲变形，避免造成机组损伤。



三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

该技术处于国内领先水平和国际先进水平，拥有相关专利 4 项(ZL201020140638.2、ZL201320311865.0、ZL201220599081.8、ZL201320136277.8)，完全具有自主知识产权。

四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

目前处于实验室实验阶段。针对现有潜油永磁同步电机直接

驱动螺杆泵采油由于井况不稳定出现的电机出力不足、螺杆泵磨损、漏失等问题，开展潜油永磁同步电机直接驱动螺杆泵采油实验技术研究。通过调节永磁电机控制系统和油路控制系统，可测得螺杆泵出口流量、压力、油温等参数，同时测得相应工况下潜油永磁同步电机的电压、电流、功率、转速、转矩、效率、功率因数等参数。通过改变循环油的性质（含砂、蜡、气以及不同的粘稠度），测试针对不同井况或油井时的整机系统性能。实验结果表明，系统性能达到了设计要求。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

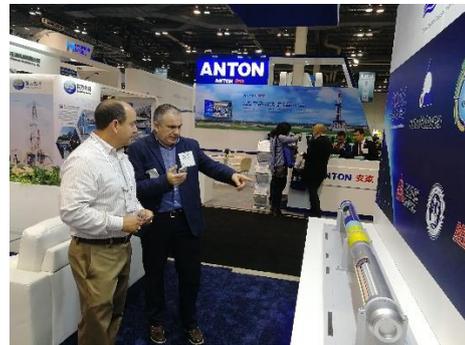
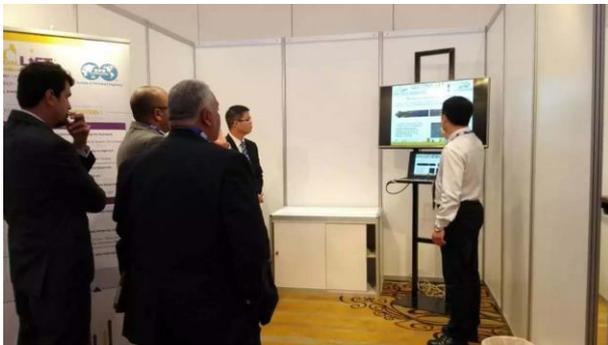
国外潜油永磁同步电机的开发主要在俄罗斯，而有成熟产品并且在世界各地油田进行应用的主要是俄罗斯的 RITEK JSC、Borets、Novomet 三家公司，通过调研，这几家公司产品主要集中在高速潜油永磁同步电机，用于驱动电潜离心泵采油。国内新乡市夏烽电器有限公司实现了低速潜油永磁同步电机小规模生产应用，应用中也出现了退磁、电机出力不足等问题；沈阳工业大学、哈尔滨工业大学、大庆力神泵业等几家单位也有部分专家学者对潜油永磁同步电机进行了研究，目前处于实验室研究阶段，尚未产业化。

潜油永磁同步电机直驱螺杆泵采油系统面向油田采油领域，可适用于陆地和海上油田，在大斜度井、水平井及稠油井等复杂

井况条件下，应用优势明显。海上油田受平台空间限制，目前均采用电潜泵采油而非地面抽油机，该系统适合如渤海北部、南海部分区域出现稠油井的区块，可以替换现有的带行星齿轮减速器的潜油电泵装置，也可以直接应用于新井采油。陆上油田目标国内为长庆油田、胜利油田、辽河油田、塔里木油田等以稠油井为主的油田，国外为沙特阿拉伯、哈萨克斯坦、塔萨克斯坦、阿曼等中东地区油田，应用情景分为三种：一是替代游梁式抽油机井；二是替代带行星齿轮减速器的电潜螺杆泵井；三是新开发井。

该项目完成产业化后，将具备年产 300 台（套）生产及系统集成配套能力，预计项目实施期间累计实现销售收入 10000 万元，新增利润 1500 万元，新增税收 500 万元。

前期已与哈萨克斯坦、沙特阿拉伯、塔萨克斯坦、阿曼等国家的油田企业进行了良好地沟通，他们对潜油永磁同步电机直驱螺杆泵系统具有极大的兴趣，迫切希望在油田推广应用，出口前景广阔。2019 年 5 月该技术以样机模型的方式参加美国 OTC 石油展，引起了众多国外客户的兴趣，洽谈合作意向。



六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，

意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

产业化难点:

(1) 该套装置尚未进行现场应用试验,现场与实验室条件大不相同,对在现场应用出现的问题尚不明确,因此,下一步需进行现场试验,为其规模化应用打好基础。

(2) 目前石油市场行情导致投资方热情不高,油田使用方对于新产品持谨慎态度,可以少量试用,对于大规模推广得看试用的情况,相信随着油气行情转化该问题会得以解决。

(3) 还未获得投资,目前仅靠少量科研经费进行前期研究,无法进行量产。

在法律、税务、市场对接方面目前不存在问题。目前已与胜利油田高原石油装备有限责任公司、青岛忠生时代石化科技公司等单位进行多次对接,初步计划采取联合实施的方式进行产业化开发。

七、团队简介

(建议图文并茂)

团队带头人为肖文生教授,团队目前有教授 1 人,副教授 4 人,讲师 2 人,博士研究生 8 人,硕士研究生 35 人,一直从事数字化设计、石油机械、海洋工程等方面的科学研究工作。主持和参与国家科技攻关计划、863 计划重大课题、国家自然科学基金、工信部课题、山东省自然科学基金、中石油课题等项目多项;

已发表论文 100 余篇，其中 SCI、EI 收录 30 余篇，出版专著 1 部；已授权发明专利 17 项，授权实用新型专利 40 余项，软件著作权 5 项，PCT 专利申请 1 项。承担的“独立主板式直线电机抽油机的开发及应用”项目成果获中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖（排名第 1）、“智能型无游梁抽油机”获得山东省科技进步三等奖（排名第 1），参与研究的超高压大功率压裂机组项目获国家科技进步二等奖。研制的独立主板式直线电机抽油机和低速大扭矩电机抽油机均已实现产业化，截至 2019 年年底在国内外油田共应用近 400 余台，取得了良好的经济社会效益；研制的直驱式螺杆泵地面驱动装置和低速大扭矩潜油永磁同步电机直驱螺杆泵采油系统正在试验应用。肖文生教授被评为 2013 年度全国石油化工先进科技工作者。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

技术联系人：崔俊国

电话：18266635239

邮箱：cuijunguo@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

隐形牙齿矫治器高效高质量制取关键技术及设备研发

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

相关数据表明，目前我国牙齿畸形发病率约 45%，但其中正规治疗率仅 15.4%。传统矫正方法使用矫正弓丝进行牙齿矫正，不美观，且容易造成口腔损害。隐形正畸技术摒弃了传统牙套，使用透明的高分子材料制成的牙套，矫正时间短，更加美观。

隐形矫正器是一种新型的牙齿矫治器，由于其美观，卫生成为越来越多患者的选择，目前仍需要人工切割来获得这类矫治器。无法满足市场需求。

在理论上，提出基于样条曲线的轨迹优化算法用来对牙龈线数据进行二次优化，主要原理为将空间曲线段投影至 XY 平面利用样条曲线进行优化，再返回至三维空间，效果如图 1 所示；依据牙龈线的显著特点提出了一种可以适用于绝大多数牙齿热压模型的“三段式”的刀路规划方法，主要原理为将刀具沿牙龈线切割时的运动路径分为外侧牙龈线、内侧牙龈线及左、右后槽牙侧牙龈线三部分，对应每段牙龈线，分别采用不同的等距线方式进行刀路轨迹的生成，如最终图 2 所示；设计基于双目视觉的牙

龈线轨迹坐标测量算法，其主要原理为，改进过的张并行细化算法和基于 SURF 算法的 Harris-SURF 算法，其效果如图 3 所示，消除实际切割路径与理论路径的误差，校正切割路线。

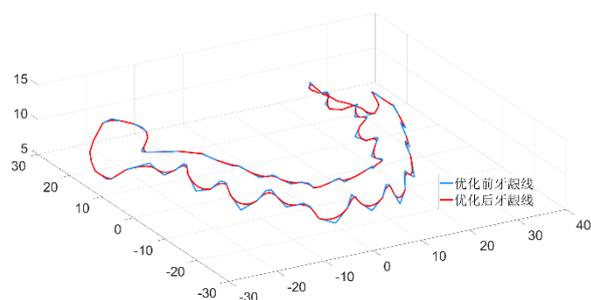


图 1 牙龈线优化前后对比图

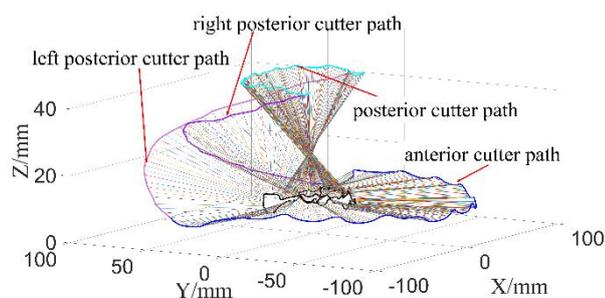


图 2 刀具路径示意图

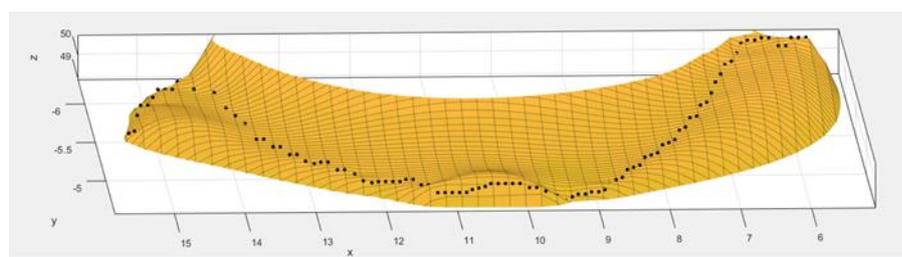


图 3 双目相机下的牙龈线重构图

三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

本项目属于综合性研究，目前只有北美的 Align Technology 公司可以实现自动化的流水线生产，但其技术完全保密，国内还

未见相关报道，该技术处于国内先进水平，申请了 2 项发明专利，其中授权 1 项，具有自主知识产权。



图 4 专利授权证书

四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近三年开发，已处于基本成熟阶段，开发出完善的生产线配套产品，包括，构建计算机辅助制造 (CAM) 软件实现自动化的刀路规划，如图 5 所示；搭建五自由度的切割实验样机对想法进行验证，如图 6 所示。

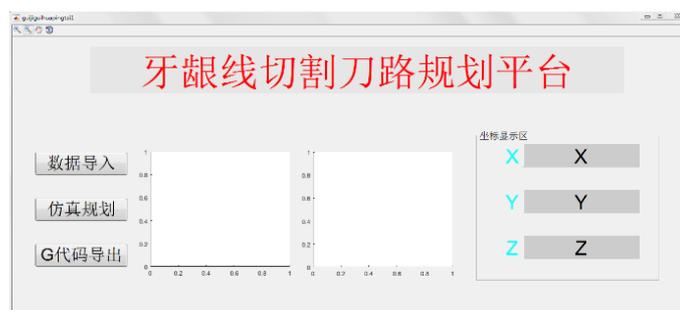


图 5 刀路规划数控平台整体图

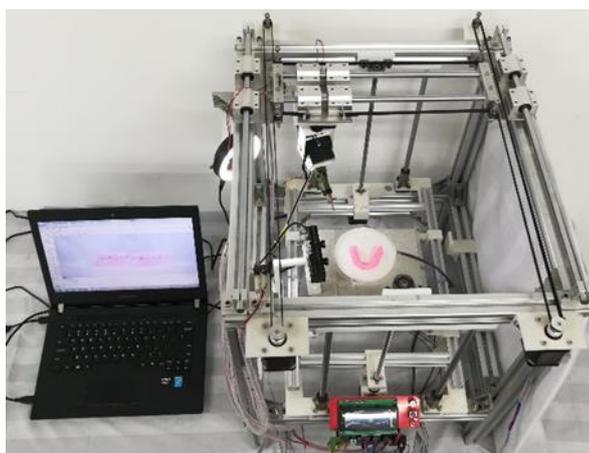


图 6 切割试验平台整体实物图

以整套理论技术为支撑，将技术移植到加工中心如图 7 所示，可以较为完美的将隐形牙齿矫治器从牙齿热压模型上分离出来，有效提高生产效率，改善生产质量，降低生产成本。



图 7 数控加工中心下的切割实况

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

隐形正畸技术越来越受到人们的欢迎，配合其治疗所需要的每一个隐形牙齿矫治器都是精心地为患者专门设计的，每个矫正阶段都需要佩戴合适的透明隐形牙齿矫治器。目前市场上隐形牙齿矫治器的获取通常分为热压模型的制作和热压模型的切割两

个步骤，其详细过程为：首先通过三维扫描得到患者牙齿的相关信息并利用 3D 打印技术制作出牙齿的 3D 打印模型，之后经热压机将牙齿 3D 打印模型和透明热压膜片热压成一体，最后沿牙龈线对热压模型进行切割、分离，最终得到所需的隐形牙齿矫治器。目前，对于热压模型的切割一般采用人工切割的方式，即操作工使用小磨钻沿着牙龈曲线将热压膜片与热压模型分离，获得热压膜片包裹的牙冠部分，之后还需要使用其他工具进行打磨、清洗、消毒等二次处理。人工切割获得一片矫治器大约耗时 17 分钟，且加工质量参差不齐。与人工切割相比，自动化设备切割的结果比人工切割的更加符合预定牙龈线的形状，切割精度小于 0.2mm，拆分后的膜片变形量小于 0.1mm，基本能够实现一次成型，提高了切割稳定性和可靠性，更好地保证切割质量。同时，人工每切割一个模型花费时间大约为 5-7 分钟，切割设备每切割一个模型花费时间最多 50 秒，切割效率提高 7-8 倍，单片成本也从 2.5 元降至 1 元，可以给公司带来了极大的经济效益。

目前只有北美的 Align Technology 公司可以实现自动化的流水线生产，但其技术完全保密，国内还未见相关研究报道。

商业模式为：成立“隐形牙齿矫治器高效高质量制取关键技术及设备研发”研发与制造企业，实现该技术的产业化。投资规模约在 1000 万左右（不包括厂房投入）。预期三年内可创产值 5000 万，利税每年可上百万。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，意向合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 3 人，讲师 1 人，其中 5 人具有博士学位。



姓名：张立军
职称：教授
称号：江苏省“双创人才”；江苏省苏北发展特聘专家；首批青岛市服务企业工作队专家；青岛市高新技术企业认定评审专家。
出生年月：1977.0



姓名：王早祥
职称：教授
出生年月：1967.10



姓名：姜晖
职称：副教授
出生年月：1968.02



姓名：姜浩
职称：副教授
出生年月：1977.12



姓名：张辛
职称：高级实验师(副高)
出生年月：1987.01



姓名：刘延鑫
职称：讲师
出生年月：1985.07

2、研究方向：智能服务机器人及拓展应用(3D 打印)。牙齿隐形正畸技术、图像处理与重构技术等；精密成形与绿色制造。液压-机械拉深成形技术、绿色制造与可靠性评价方法等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 20

余项;在国内外著名刊物发表论文 50 余篇,其中 SCI/EI 收录 30 余篇;排名第一获国家发明专利 10 余项,实用新型专利 3 项;获省部级技术发明一等奖 1 项,厅局级二等奖 1 项,三等奖 1 项。2 项科研成果被鉴定为国际先进水平。

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

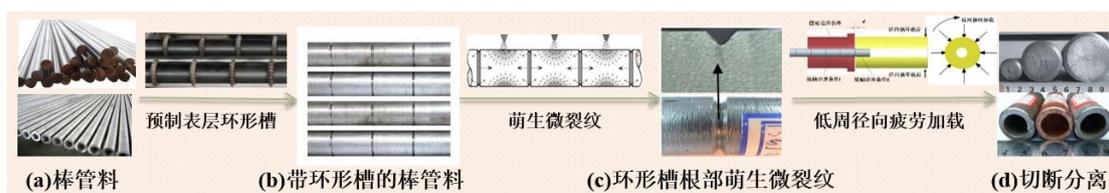
一、成果名称

金属棒管料的裂纹可控式低应力精密分离技术及设备

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

该技术是利用裂纹技术，先在金属棒管料表面圆周上预制一个尖锐的环状 V 型槽，加载后依靠应力集中效应起裂并以规律的裂纹扩展完成断料，是一种近净成形的下料技术。裂纹可控式低应力分离设备可以实现金属棒管料开槽、下料的近乎同步操作，工作效率高，且整个过程无需切削液、切屑少、无刀具损耗，能够实现对多种不同金属材质的精密下料，最大下料直径 65mm，长径比 1.2-2.5；生产率不低于 1200 件/小时，能耗比普通下料少 25%-35%，重量误差 $\leq \pm 0.3\%$ ，材料利用率高，污染小；所下管料无塌角，断面平整度、垂直度高且端面均有倒角，无需进行后续车端面和车倒角工序，可直接用于冷挤压等成形工艺中。该技术可在诸如汽车、石油化工、船舶、农业机械、航空航天、电力等机械零件制造及工程结构领域中推广应用。



三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

该技术处于国际先进水平，授权了 10 余项发明专利，具有自主知识产权。获得省部级科学技术奖一等奖 1 项；培养江苏省“双创人才”(企业创新类)1 名。





四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经十余年开发，已处于较成熟阶段，自主研发设计出系列低应力精密分离设备样机，对不同材质、不同直径的金属棒管料进行了大量的试验研究。相关技术成果已在江苏某单位推广应用。



45#钢断面

2A12 铝断面

304 不锈钢断面

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

目前，国内外的金属棒管料下料方法主要有：锯切、切管机

切割、旋转楔入切割、精密剪切、激光切割、高压水射流切割等，然而，这些传统金属棒管料下料法不同程度地存在能耗大、效率低、材料利用率低、成本高等问题，难以满足国家力推的“绿色制造、降本增效、节能节材”的现代装备制造业发展要求。裂纹可控式低应力精密分离技术及设备的下料过程中充分利用 V 型槽的应力集中效应、疲劳裂纹扩展机理，实现了开槽下料工序的一体化，工作效率高；下料力仅为传统下料力的 0.3-0.5 倍，节能效果明显；在下料过程中无需切削液，振动噪声 $<50\text{dB}$ ，可减少对周围环境的污染和操作人员健康的危害，体现绿色环保制造理念；所下棒管材坯料无塌角，无径向畸变，断口垂直平整，剪切断面斜率 $\leq 0.3-0.6^\circ$ ，重量误差 0.2-0.96%，材料利用率高，几乎无材料损耗；棒管材起裂时间 $<0.5\text{s}$ ，起裂角约为 0° ，裂纹匀速扩展，单次剪切时间 $\leq 7-12$ 秒，基本满足了工业生产的实际要求。目前，国内无同类竞争企业。

商业模式为：成立“金属棒管料的裂纹可控式低应力精密分离技术及设备”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在诸如汽车、石油化工、船舶、农业机械、航空航天、电力等机械零件制造及工程结构领域中的应用。投资规模约在 1000 万-3000 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，

意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，意向合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 3 人，讲师 1 人，其中 5 人具有博士学位。



姓名：张立军
职称：教授
称号：江苏省“双创人才”；江苏省苏北发展特聘专家；首批青岛市服务企业工作队专家；青岛市高新技术企业认定评审专家。
出生年月：1977.0



姓名：王早祥
职称：教授
出生年月：1967.10



姓名：娄晖
职称：副教授
出生年月：1968.02



姓名：姜浩
职称：副教授
出生年月：1977.12



姓名：张辛
职称：高级实验师(副高)
出生年月：1987.01



姓名：刘延鑫
职称：讲师
出生年月：1985.07

2、研究方向：精密成形与绿色制造。金属棒管材低应力精密断料技术、液压-机械拉深成形技术、基于 ABAQUS 的裂纹技术、绿色制造与可靠性评价方法等；智能服务机器人及拓展应用(3D 打印)。牙齿隐形正畸技术、图像处理与重构技术等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 20

余项;在国内外著名刊物发表论文 50 余篇,其中 SCI/EI 收录 30 余篇;排名第一获国家发明专利 10 余项,实用新型专利 3 项;获省部级技术发明一等奖 1 项,厅局级二等奖 1 项,三等奖 1 项。2 项科研成果被鉴定为国际先进水平。

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

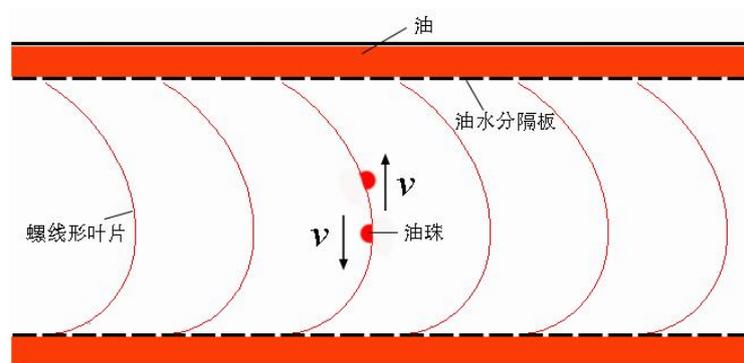
一、成果名称

螺线驱动的仿生油水分离装置及技术

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术仿生猪笼草的螺线笼口，以螺线曲面对液滴的自发驱动机理为核心，使附在螺线凹面上边的油滴向下移动，附在凸面的油滴向上移动，最终使得油滴在上下两个油水分隔板处富集。由于分隔板的内侧充满油，利用毛细力和负压作用，分隔板上的小孔只允许油滴通过，最终实现无需消耗能源就可以达到油水分离的目的。该技术具有使用方便快捷、无能耗、可以多次重复使用、无化学添加剂造成的污染、应用广泛的特点，此项技术有望帮助清理海洋漏油事故所造成的污染。

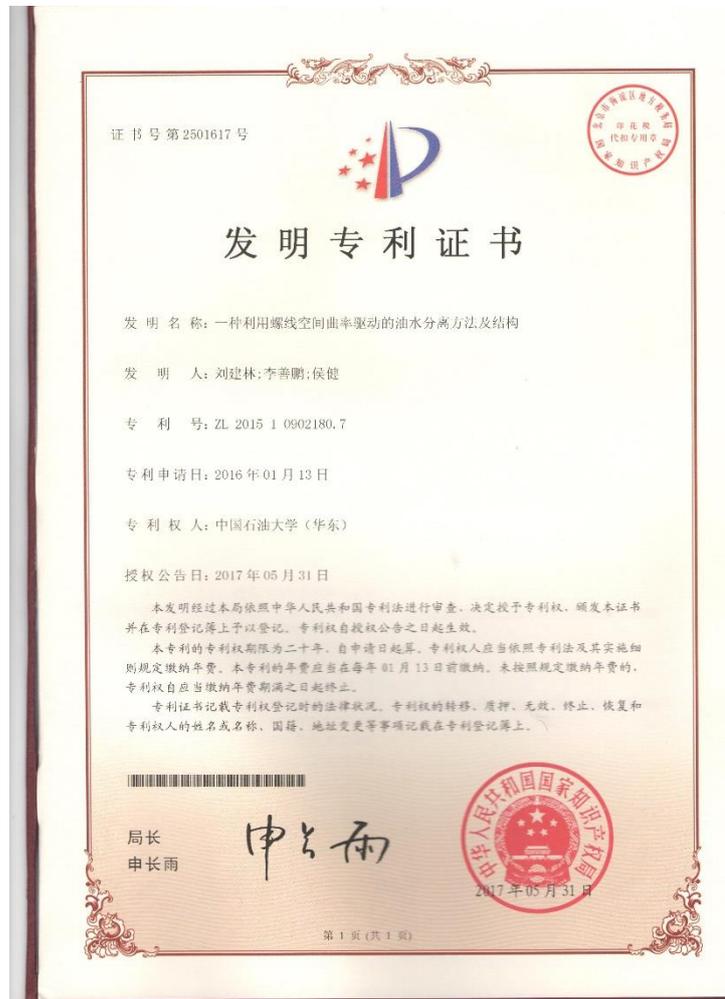


三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，

建议图文并茂)

该技术处于国际先进水平，已经获得国家发明专利授权，具有自主知识产权。



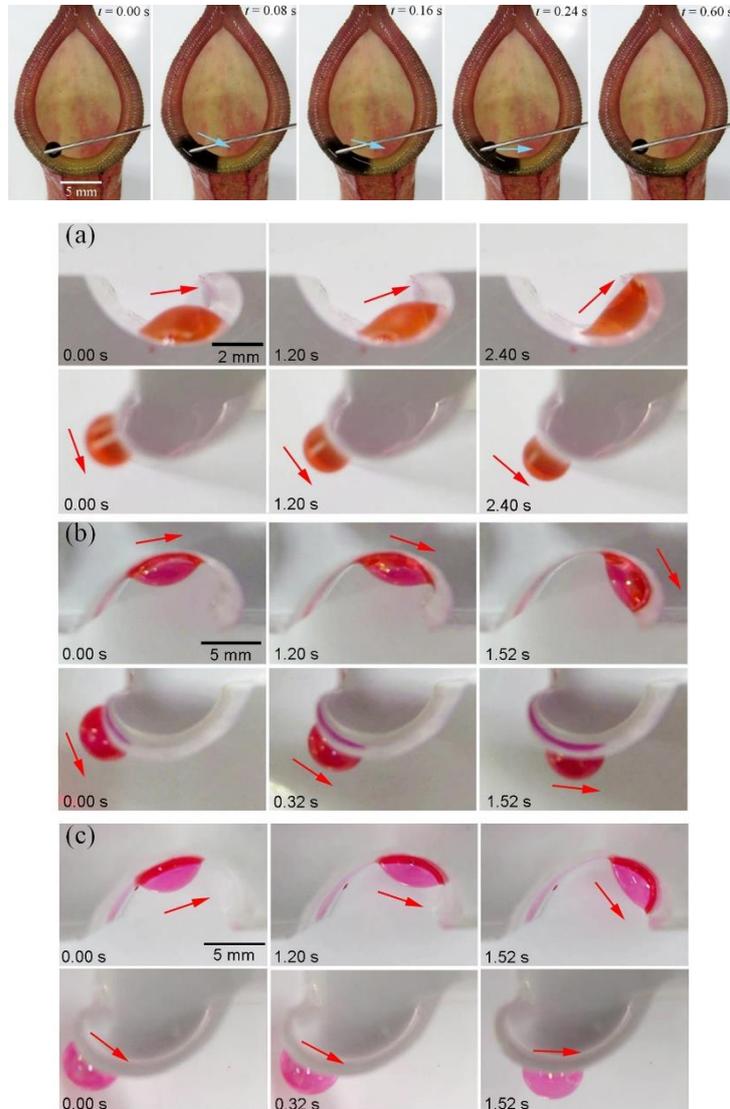
四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近多年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品及产品组织，通过对猪笼草特殊螺线笼口的仿生制备，经过简化后装置主要的部分仅包括螺线形叶片、带孔分隔板和负压储油室等。

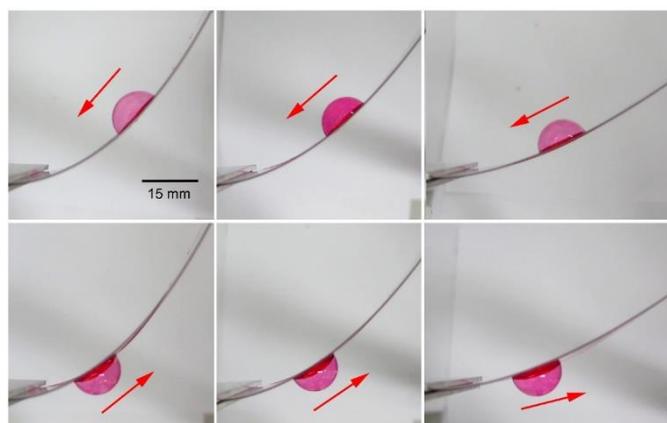
猪笼草经过千百年的演化进化除了独特的螺线笼口结构，证

明了螺线对液滴驱动的可靠性，通过实验室的研究，发现螺线曲面会驱动其上的液滴自发移动，而且螺线的尺寸和螺线曲面的材料都不会影响液滴的运动方向，证实了螺线驱动的稳定性和可靠性。



将螺线具有的空间曲率驱动效应拓展到阿基米德螺线曲面或发生大变形的悬臂板上，发现可以通过控制悬臂板自由端载荷的大小来控制其上液滴或气泡运动速度的大小，通过改变自由端载荷的方向可以改变液滴或者气泡的运动方向。这样通过自由端载荷的调控就能实现液滴或气泡的无接触地精准操控，在微流体输送领域具有潜在应用价值。螺线曲面驱使液滴自发定向输送的

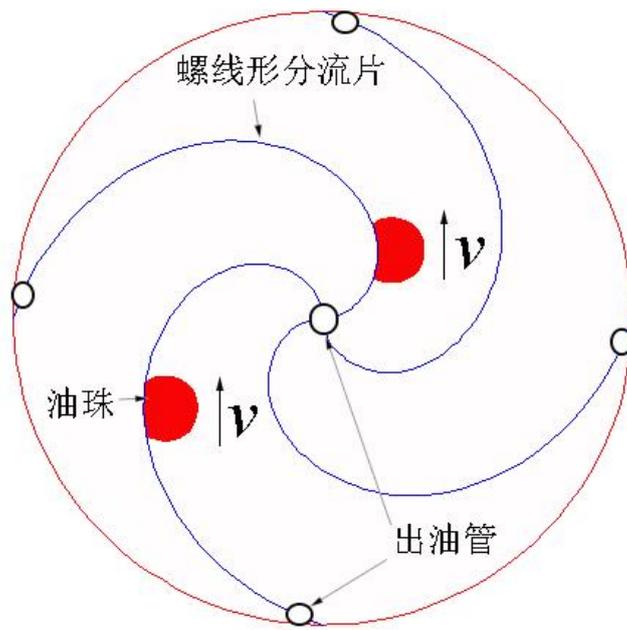
机理可用于制备新型的油水分离装置，实现油水的高效分离。



五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

长期以来，国内外油水分离的方法主要是化学法（添加表面活性剂等）、物理法（如强磁法、电场法、超声法）等，这些方法都具有各自不可避免的缺点，如污染环境、耗能大、成本高、需维护、分离效率低等。以该驱动机理为核心制造的仿生油水分离装置，具有成本低（成本远低于传统化学、物理分离技术）、分离效率高、可长期持续地运行、无污染、无磁无电、免维护、适用范围广等优点。而且，该机理制造的仿生油水分离装置可依据需求灵活改变外形，例如除上述的矩形油水分离装置外，还可以制备成圆管状油水分离装置，可直接作为含油废水的排放管，在排放的同时将其中的油滴进行有效分离，达到随排放随治理的目的，而且无需额外消耗能源，回收的油还可以为企业创造可观的额外收益。



商业模式为：成立“仿生油水分离装备”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、环保、污水处理、化工等行业的应用。投资规模约在 500 万-2000 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值达到 5000 万规模，利税每年可达几百万。

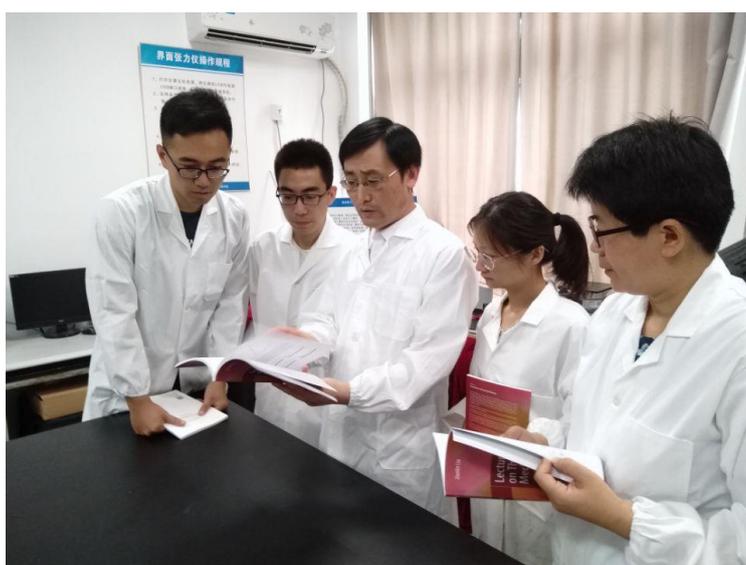
六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

主要的研究内容包括：新材料力学、仿生力学、工程计算仿真、工程结构优化、石油工程力学等。该团队先后发表 SCI 文章 80 余篇，出版学术专著和教材 3 部，主持 10 余项国家自然科学基金。先后获得山东省自然科学二等奖、山东五四青年奖章提名奖、青岛市青年科技奖、胜利石油育才奖、山东科普奖、澳大利亚 Endeavor 长江研究学者奖学金、韩国 Brain Korea 奖学金、山东省自然科学学术创新奖、杜庆华力学与工程奖、中国力学学会徐芝纶优秀教师奖等奖励或荣誉。团队成员担任中国力学学会理事、青岛市力学学会副理事长、山东省高层次人才发展促进会能源环保专业委员会委员、矿山灾害预防控制教育部重点实验室学术委员会委员、山东省青年科学家协会决策咨询专门委员会委员、山东省青年科学家协会对外交流专门委员会副主任、中国科普作家协会海洋科普专业委员会委员、山东省科普创作协会理事等职务。



八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院: 刘建林

电话:053286981774

邮箱: liujianlin@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

微型机器人在磁场加载下的结构变形、运动调控与装置研发

二、成果简介

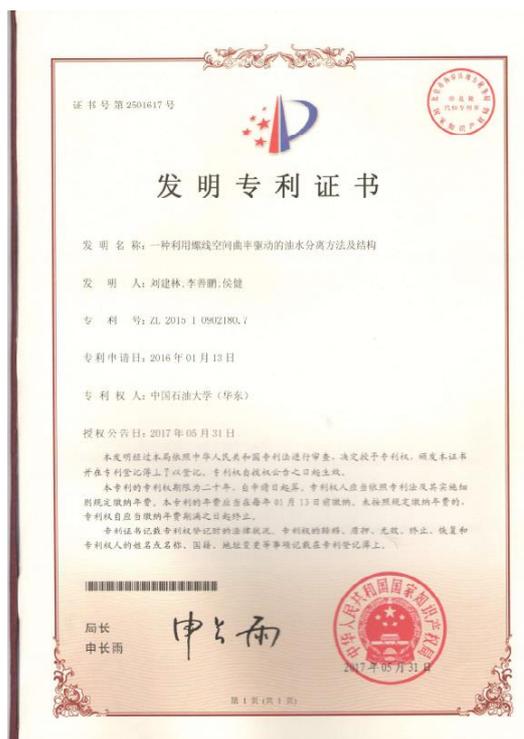
(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

磁控微型机器人在药物输运、微型器件操控、无损探伤和微创手术等领域具有很好的应用前景，其研发技术已成为高端装备制造领域中的热点问题。在大量的工业应用中，需要使得磁控微型机器人在毫米甚至更小的尺度上实现复杂的运动；这对于具有复杂结构和能够实现复杂运动的磁控微型机器人的材料制备工艺、结构变形的力-磁耦合理论、磁场加载方式和加载装置研发提出了巨大挑战。本项目基于 3D 打印技术和浇灌工艺，提出一种新型微型机器人结构材料的制备方法。然后，基于连续介质力学理论和麦克斯韦电磁场方程，建立弹性结构的力-磁耦合模型，并结合数值模拟与理论计算，对磁控机器人的变形和运动进行定量计算分析，得到磁控机器人的变形与结构参数（形状和磁场分布）之间的影响规律。最后，在大量的实验和计算数据的基础上，研发出性能优异、功能多样化的磁控微型机器人及相应磁控装置，并对整个系统进行全面的性能测试，最终获得综合性能最优的磁控微型机器人。

三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

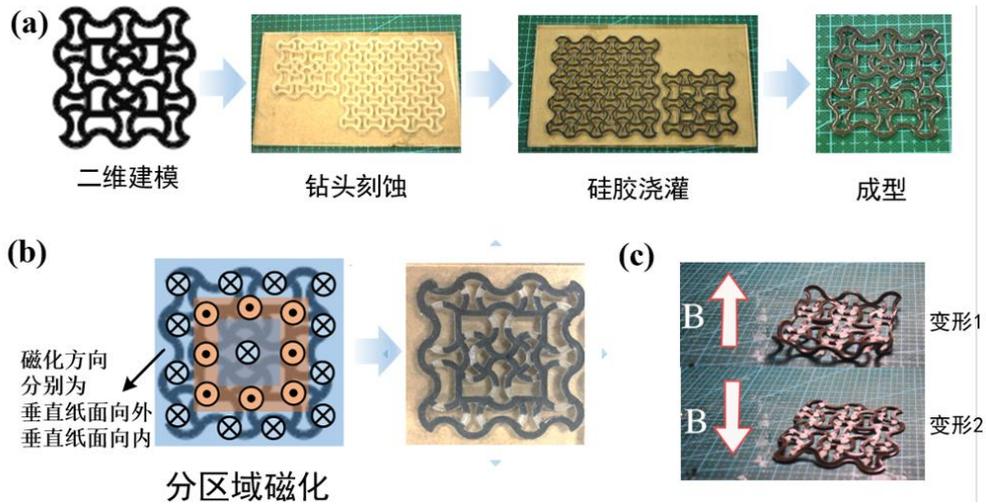
该技术处于国际先进水平，在相关技术领域申请了多项发明专利，具有自主知识产权。



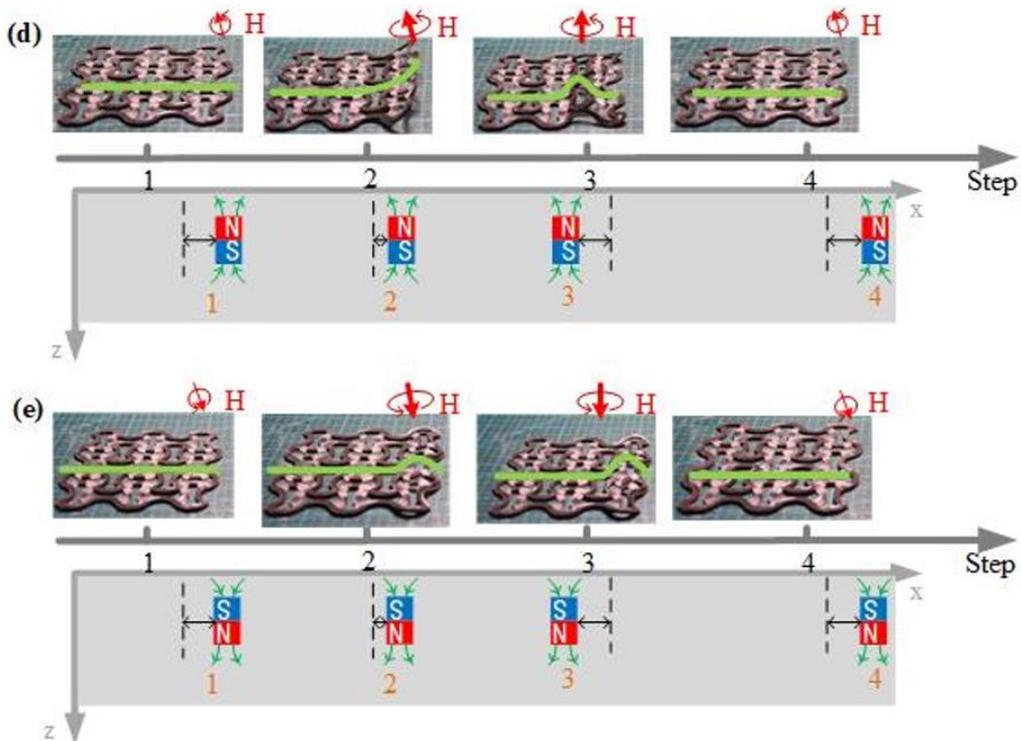
四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术目前处于开发阶段，开发出相关制备工艺和不同形状的磁控微型机器人成品，通过磁场的控制可以实现爬行，越障，包裹等功能。



通过改变激励磁场的状态实现多种运动模式。变换激励永磁体磁极，硬磁硅胶发生两种不同形式的变形，即变形1和变形2。利用变形1，永磁体置于硬磁硅胶底部来回移动，其发生类似毛毛虫的爬行行为，适用于翻越障碍运动。利用变形2，爬行是一种“磕头”模式，通过四周突出的圆弧，爬行速度缓慢，适用于爬坡运动。



五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

磁控微型机器人具有非接触式控制、自由度高、设计便利、使用灵活等优点，在药物输运、微型器件操控、无损探伤和微创手术等领域具有巨大的潜在应用价值。由于磁控微型机器人的研发涉及到多个学科的交叉，因而这一事实一方面给材料和结构设计提出了挑战，另外一方面对其力-磁耦合机理的探讨尚有待于深入开展。这些缺陷制约着磁控微型机器人在实体行业的发展，需要加大力度解决。

商业模式为：成立“微型机器人在磁场加载下的结构变形、运动调控与装置研发”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、医疗健康、化工、电力、暖通等行业的应用。投资规模约在 200 万-300 万之间。预期五年内可创产值上千万，利税每年可上百万。

六、产业化实施路径

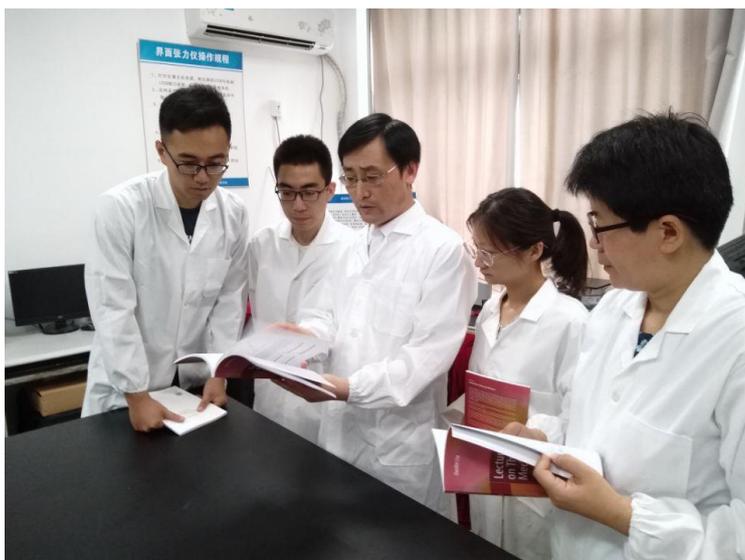
（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、

股权融资等。

七、团队简介

主要的研究内容包括：新材料力学、仿生力学、工程计算仿真、工程结构优化、石油工程力学等。该团队先后发表 SCI 文章 80 余篇，出版学术专著和教材 3 部，主持 10 余项国家自然科学基金。先后获得山东省自然科学二等奖、山东五四青年奖章提名奖、青岛市青年科技奖、胜利石油育才奖、山东科普奖、澳大利亚 Endeavor 长江研究学者奖学金、韩国 Brain Korea 奖学金、山东省自然科学学术创新奖、杜庆华力学与工程奖、中国力学学会徐芝纶优秀教师奖等奖励或荣誉。团队成员担任中国力学学会理事、青岛市力学学会副理事长、山东省高层次人才发展促进会能源环保专业委员会委员、矿山灾害预防控制教育部重点实验室学术委员会委员、山东省青年科学家协会决策咨询专门委员会委员、山东省青年科学家协会对外交流专门委员会副主任、中国科普作家协会海洋科普专业委员会委员、山东省科普创作协会理事等职务。



八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院: 刘建林

电话:053286981774

邮箱: liujianlin@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

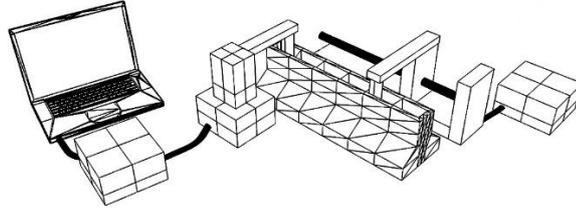
一、成果名称

测量超细粉体筏张力的装置

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

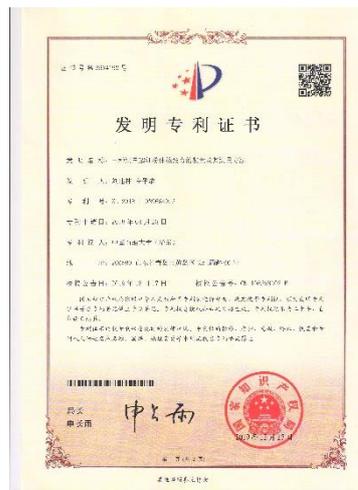
粉体筏是疏水的超细粉体在水的液面上或者疏油的超细粉体在油的液面上形成的单层或者多层的颗粒联合体。由于聚集在水面上像竹筏一样可以支撑微小的物体，所以被称为粉体筏。组成单层粉体筏的超细粉体一部分由于浸润被固定在液面上，另一部分暴露在空气中。多层的粉体筏在液面上还有数层超细粉体。所以它也具有类似超细粉体的性质，例如比表面积大，磁性强、光吸收好等等特性，而且超细粉体筏不仅能在液体表面发挥功能，也可以为不规则的固体表面进行改性。所以超细粉体筏的性质是值得研究的内容，但是国内外对超细粉体筏的性质研究还比较少，专门的实验设备尚属空白，所以我们设计了一种测量超细粉体筏的张力的装置。



三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国际先进水平，申请了国内的发明专利，具有自主知识产权。



四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

该装置经过实验阶段，已经可以用于多项科研实验中。可以满足同类测试的应用需求。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、

企业预计投资规模及投资回报等)

目前国内外对超细粉体筏的研究非常火热，相关的高校、研究所和企业都需要这样的实验装置。但能够测量超细粉体筏张力的装置还是空白，所以我们这个测量超细粉体筏的张力的装置可以满足类似材料实验与测量的需要。

商业模式为：成立“超细粉体装备设计与制造”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、采矿业、水处理、化工、微机电等行业的应用。投资规模约在 100 万-300 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上千万，利税每年可上百万。

六、产业化实施路径

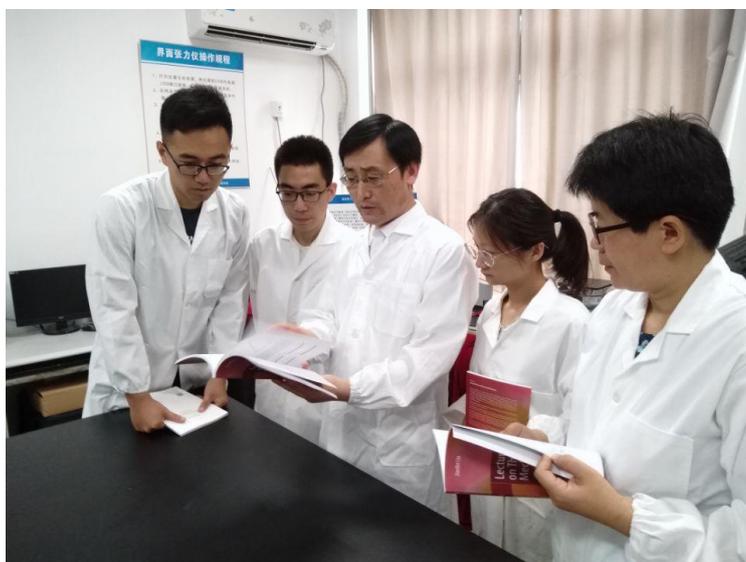
（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与高端装备制造企业及相关风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

主要的研究内容包括：新材料力学、仿生力学、工程计算仿真、工程结构优化、石油工程力学等。该团队先后发表 SCI 文章 80 余篇，出版学术专著和教材 3 部，主持 10 余项国家自然科学基金

基金。先后获得山东省自然科学二等奖、山东五四青年奖章提名奖、青岛市青年科技奖、胜利石油育才奖、山东科普奖、澳大利亚 Endeavor 长江研究学者奖学金、韩国 Brain Korea 奖学金、山东省自然科学学术创新奖、杜庆华力学与工程奖、中国力学学会徐芝纶优秀教师奖等奖励或荣誉。团队成员担任中国力学学会理事、青岛市力学学会副理事长、山东省高层次人才发展促进会能源环保专业委员会委员、矿山灾害预防控制教育部重点实验室学术委员会委员、山东省青年科学家协会决策咨询专门委员会委员、山东省青年科学家协会对外交流专门委员会副主任、中国科普作家协会海洋科普专业委员会委员、山东省科普创作协会理事等职务。



八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzwei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院：刘建林

电话：053286981774

邮箱：liujianlin@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

油气临界分流取样计量技术

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术属于油气多相计量领域。根据取样相分离影响因素及作用机制，提出基于“流型调整+临界分流”的气液两相流取样过程相分离控制理论，并研发了分流取样装置实验样机。为满足克服用户多样化需求，成功研发了变比例取样器，可根据油气产量、油气比波动趋势，及时调节取样比，实现全生产周期高精度稳定测量。本技术成果亦可用于蒸汽-水计量等气液两相流工况。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

（1）以高压气液两相临界流动“壅塞”现象为灵感，发明了湿气环壁窄缝临界分流取样新方法，创新取样模式，通过“流型调整+临界分流”控制相分离，通过“窄缝比例分配尺”调整气液分流比，自主研发了新一代井口高压湿气流计量装置。分流比只取决于分流喷嘴的数目，不受上下游参数波动的影响，装置无运动部件及调节控制装置，无需维护，体积小、结构紧凑，既可水平

布置又可垂直布置，具有良好的环境适应性。湿气流量计量误差 $\leq 5.0\%$ 。

(2) 巧妙集成三通相分离、离心力和重力沉降分离，实现取样流体梯度逐级分离，实现了段塞流有效控制和气液高效分离。将分离器结构分为预分离、核心分离和强化分离三个区域，可根据油气水来流情况调整分离管束数目，增加了装置适应性和调节改造的便利性，体积为传统分离多相计量装置的 1/10。

该技术处于国际领先水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权，获 2018 年教育部优秀科技成果二等奖。

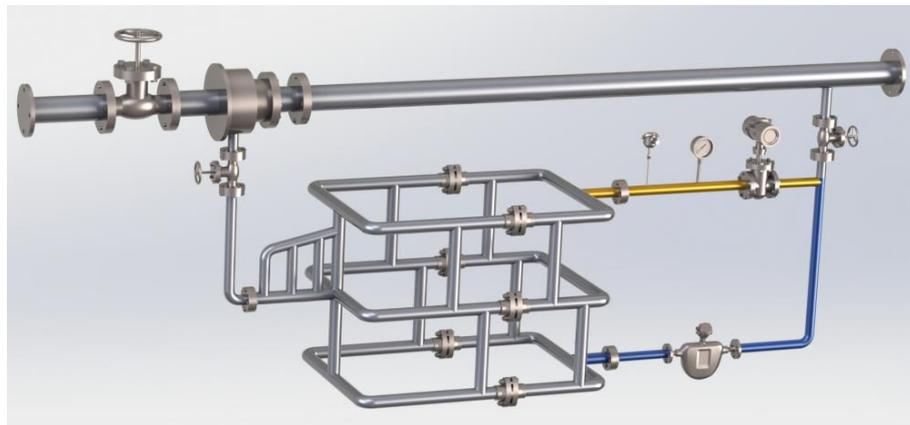




四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近十年开发，已处于成熟阶段，已研制出取样器、计量分离器以及数据处理和远传模块等核心部件，并开发出成套系列产品。



五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

基于模块化理念将装置分解为分流取样器、管束分离器、仪表测量单元以及安全控制单元。对各单元模块进行单体优化、接口匹配和撬装组合设计，形成系列化产品，满足大批量流水生产需要，并根据现场油气范围进行快速组装集成，满足客服个性化需求。

装置研发设计层面：本项目将通过大量数值模拟、室内实验以及现场应用测试完成装备关键参数进行优化，在此基础上建立

产品生产参数体系，根据用户需求自动输出装置参数。通过技术研发和制度体系建设，将形成完备的工艺参数设计和优化体系，完善的企业技术标准和质量保证体系，确保企业生产出用户满意的高质量油气集输装备。

商业模式为：成立“油气临界分流取样计量”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业的应用。投资规模约在 500 万-1000 万之间。预期五年内可创产值 2000 万元，利税每年可上百万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与石油装备高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：油气集输关键技术与装备科研团队共有教师 6 人，其中教授 3 人，副教授 1 人，讲师 1 人，高级实验师 1 人。

2、研究方向：（1）多相流体分配与计量；（2）多相管流及油气田集输技术；（3）油气储运安全技术与装备。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 20 余项；在国内外著名刊物发表论文 200 余篇，其中 SCI 收录 60 余篇，EI 收录 80 余篇；获国家发明专利 25 项，获省部级科技进步二等奖 2 项、三等奖 3 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院：梁老师

电话：15053259392

邮箱：Liangfch@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置及方法

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

本发明公开了一种基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置及方法。检测装置包括模拟测试组件、变送器组、数据采集器、数据传输媒质和监控主机；测试方法分为模拟泄漏测试过程和密闭性测试过程：首先将待测管段进行模拟泄漏测试，记录泄漏率并采集管段的压力和温度数据，其次将压力数据导入到模拟泄漏计算程序，得到相应压力等级下的压降梯度，进而得到计算参数；然后开启密闭性测试程序重新采集管段的压力和温度数据并利用得到的计算参数对管段进行密封性测试，计算压力相关性，求得泄漏率，并与允许泄漏率相比较，若发生泄漏，对管段继续分段进行测试进而找到泄漏点，若不泄漏，测试结束。测试时间短于 90 分钟，测试精度满足 API 标准。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

一般要求机坪管网停输时间不超过 2 小时且能够对滴漏和

渗漏进行检测。目前管道密闭性测试常采用质量守恒法和压力梯度法，但在实际应用过程中，二者对微小泄漏不敏感，漏报率较高，且成本太高。按照 API 的标准要求，机坪管网密闭性检测所能检测到的指标为：（1）最小泄漏量：0.04 L/hr/m³（0.04 升/小时/立方米）或 0.004 %/hr；（2）检测时间和过程：检测必须在一小时（60 分钟）内完成。因此精度高速度快是当前管道密闭性测试的关键。

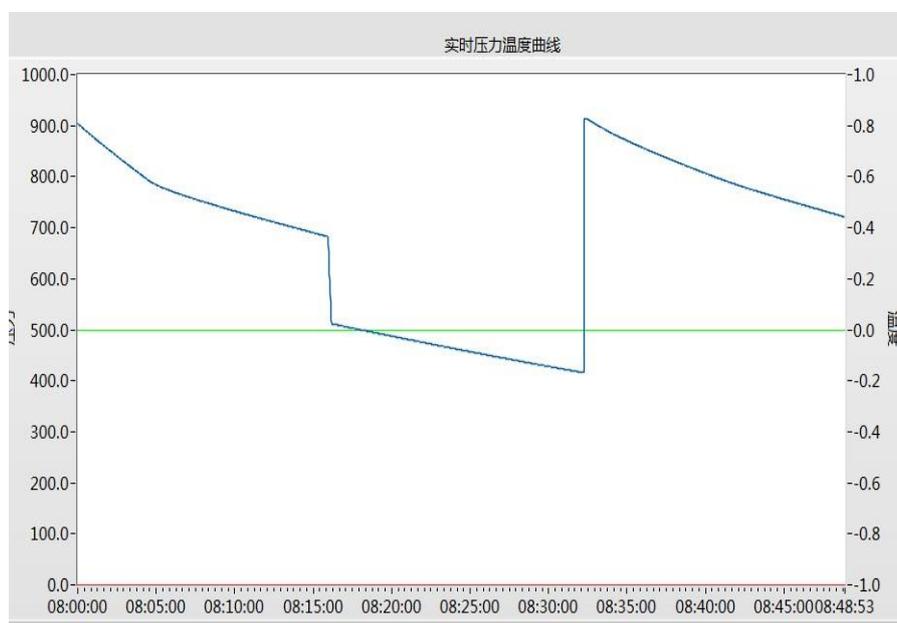


图 1 压力相关法原理图

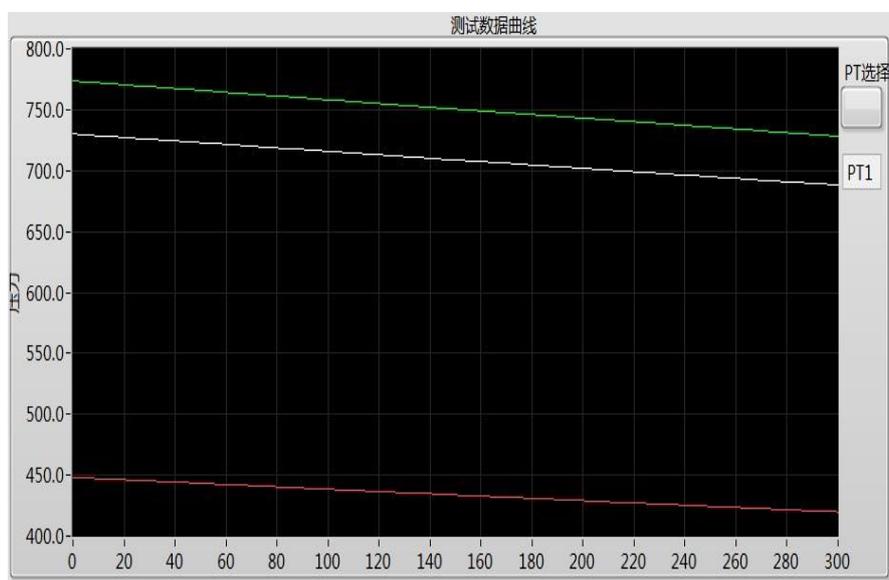


图 2 采集压降曲线

发明的基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置进行测试的方法在提高效率、降低成本、节能减排、改善性能、提升品质、环境保护具有以下优势。

(1) 提高效率

发明的基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置进行测试的方法缩短了测试时间，模拟泄漏测试时间最快为 45 分钟，密闭性测试时间最快为 45 分钟，二者均优于 API 对测试时间的要求，提高了测试效率。

(2) 降低成本

发明的基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置进行测试的方法主要采用的设备为管道本身安装的数据采集、传输系统，仅在中控主机安装了相关算法，不需要额外安装其他硬件设备，成本仅为其他方法的十分之一，极大地降低了测试成本，符合管道运输降本增效的理念和需求。

(3) 节能减排

发明的基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置进行测试的方法可有效检测滴漏、渗漏，可检测最小泄漏量为 0.04 L/hr/m³ (0.04 升/小时/立方米) 或 0.004 %/hr，降低了油品泄漏损失，实现了节能减排的目的；同时参评专利还可应用于自来水管道、油气管道运行前的密闭性测试等，也达到了节能减排的目的。

(4) 改善性能、提升品质

发明的基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置进行测试的方法，可检测最小泄漏量为 0.04 L/hr/m³ (0.04 升/小时/立方米) 或 0.004 %/hr，能够保证管道中运输的油品处于较高品质，不会由于管道中油品组分流失造成油品质量、性能下降，进而保障飞机燃油性能和品质。

(5) 环境保护

发明的基于压力相关法的机坪管网密闭性测试装置进行测试的方法能够快速精确的对管道泄漏进行检测，减小了微泄漏不易发现、日积月累带来的环境危害，避免了油品泄漏对土壤、水体的污染，避免了油品泄漏引发的火灾、爆炸等事故，同时降低了泄漏油品对操作人员健康带来的损害，可满足日益提升的环保要求。

四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

目前该技术主要应用于两个领域：一是成品油管道的密闭性测试，主要用于昆明长水国际机场，机场要求检测时间短、测试精度高，对滴漏、渗漏都要实现检测，目前该技术已在长水机场应用良好，增加了经济效益；二是自来水管道，主要用于莱钢集团的自来水管道、广西钦州环科水处理有限公司的水管道；降低了运行成本，保障了自来水供给；二者创造经济效益达到 5000 万元。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

提高油气管道密闭性测试的精度，降低测试时间是保障油气管道安全高效运行的关键所在。近年来，我国管道大规模发展，形成了 10.2 万公里的油气管线。据统计，我国油气管道泄漏事故率是欧美国家的 6~8 倍，一旦发生泄漏，造成经济损失、环境破坏，影响公共安全。因此，油气管道的泄漏检测尤其是针对微泄漏甚至渗漏的密闭性测试是《十三五规划》中“完善能源安全储备制度”和“健全公共安全体系”的重要研究内容，具有十分重要的环保、社会和经济意义。在所有油气管道投产前都需进行密闭性测试，同时部分成品油管线也需要定期进行密闭性测试。不论是油气管道投产运行前的密闭性测试还是部分成品油管道定期的密闭性测试，都要求测试时间尽量缩短以能够满足管线停输时间，以机坪航油管网为例，由于航空煤油的价值高，一旦泄漏造成的损失更大，同时由于机场航班等的限制，使得精度高速度的泄漏检测方法的需求非常迫切。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因

此期望寻求与管道运营管理企业及各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 3 人，讲师 1 人，博士后 3 人。

2、研究方向：油气管道泄漏监测、安全评估、风险评估、灾害评价等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 50 余项；在国内外著名刊物发表论文 200 余篇，其中 SCI 收录 100 余篇，EI 收录 100 余篇；获国家发明专利 30 项；获省部级科技进步一等奖 2 项、二等奖 3 项。

负责人



李玉星，男，博士（后）、教授、博士生导师。国家自然科学基金网评专家、国家科学技术奖评审专家，国家安全局安全评审专家库成员，国家二氧化碳减排CCUS路线图编写组成员，国家“新世纪百千万人才工程”国家级人选。油气储运专业标准化委员会委员，全国石油天然气标准化技术委员会液化天然气专标委委员，国家能源深水油气工程技术研发中心学术委员会委员。

团队成员



王武昌，副教授 胡其会，博士 朱建鲁，博士 韩辉，博士 刘翠伟，副教授 刘纳，博士

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

侧压增强桩技术

二、成果简介

该侧压增强桩技术是通过斜面构造引出土侧压力，使承载能力较普通桩型提高至 3 倍以上，从而最大限度减少工程桩基用量，节省投资，并大幅度缩短施工周期；大幅度减少制作桩基的钢筋、混凝土材料的自然资源消耗量，及生产过程中的环境污染，节能减排，保护环境。

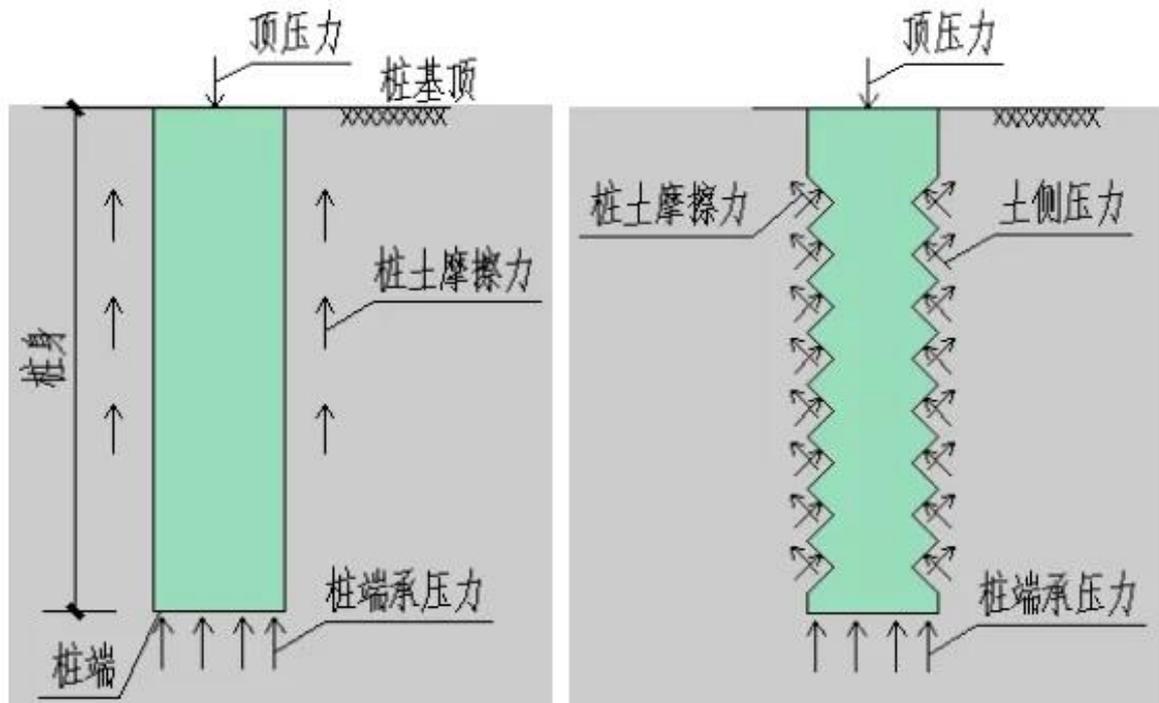


图 1 侧压增强桩技术原理示意图

该侧压增强桩技术可广泛应用于住宅、办公、商业等民用建筑，单层及多层工业厂房，各类塔架、化工罐体等构筑物。同时，

该技术也可广泛应用于各类桥梁等交通工程领域。

三、先进性

该技术处于国际先进水平，侧压增强桩改变了古今中外不同材料、形状及施工方法的所有现存桩型的受力机理，是一项桩基理论及实践的革命性技术，或能改变现存桩基走向。

该技术申请了发明专利，具有自主知识产权。（专利号：ZL201721514020.6）

四、成熟度

该技术历经数百次实验室试验，六个实际工地的实桩试验，历时四年，已处于成熟阶段。专利权人已授权东营市鸿基管桩有限公司（东营市西五路）在山东省东营市、滨州市、潍坊市、沧州市区域内生产销售侧压增强桩。

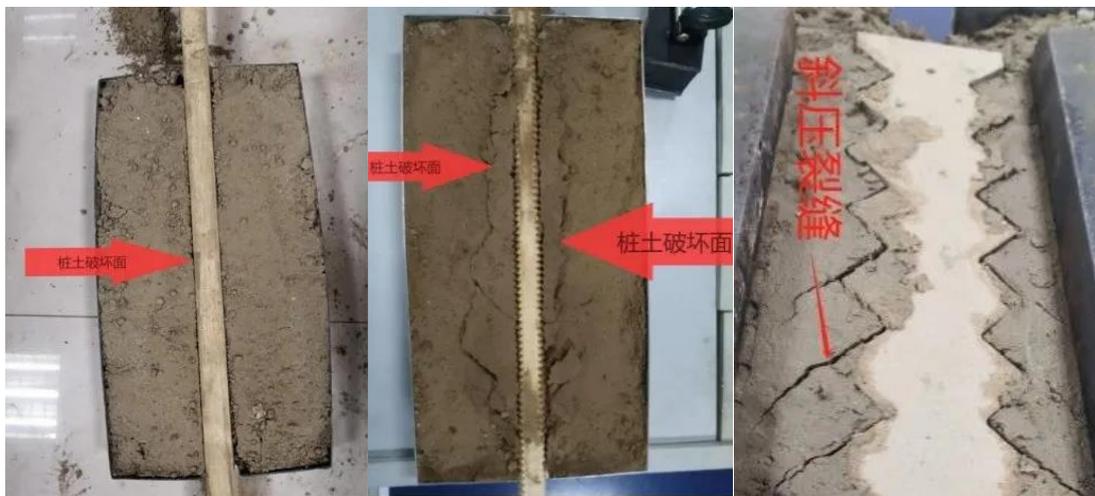


图 2 侧压增强桩实验



图 3 侧压增强桩工程应用

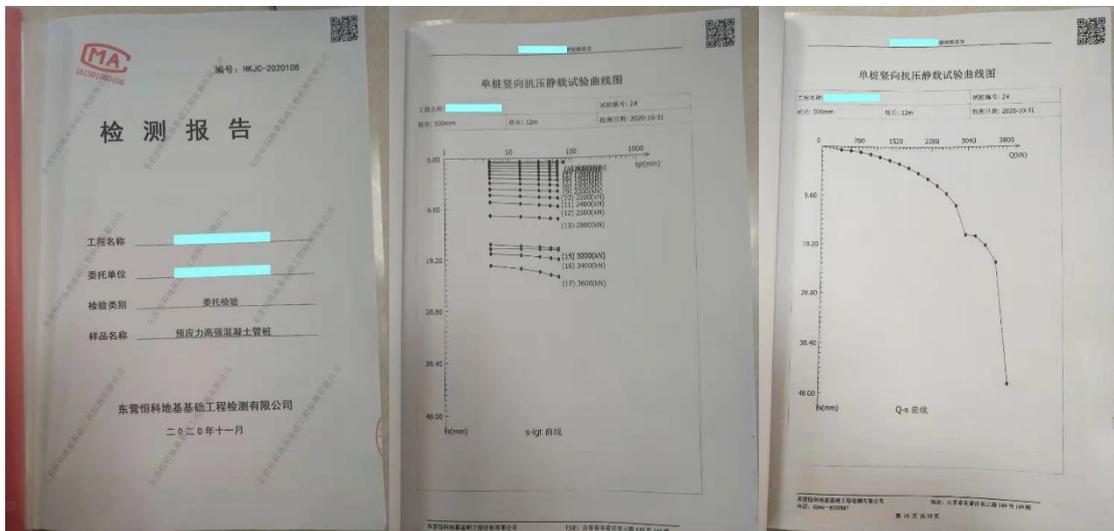


图 4 侧压增强桩检测报告

五、可行性分析

目前建筑工程基桩普遍采用预应力混凝土管桩及部分异型预制桩等，其优点是施工便利，桩身质量易保障；但缺点是造价高，不利于广泛推广应用。目前为了提高建筑工程基桩的承载力，通常是通过增大与土壤的接触面积来增大摩擦力的思路实现，现有的《建筑桩基规范》JGJ94-2008 和《预应力混凝土异型预制桩技术规程》GJG/T405-2017 中桩基的作用机理也均无侧向压力方面的报道。

经过理论分析及针对多种土质的大量实验数据表明，本实用新型侧压增强桩的承载能力比按现行规范计算的承载力提高约30%-60%；并且在提高桩承载力的同时能够节省材料成本，适用于国内不同地区的各种土质，尤其是中软土、软土中，具有广阔的应用前景和经济效益。

商业模式为：成立“侧压增强桩技术联合体”研发与制造体系，实现该技术的产业化，为保障质量而组成的勘察、设计、施工、检测联合体对侧压增强桩质量负全责。投资规模约在2000万-3000万之间，预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

专利权人已授权东营市鸿基管桩有限公司（东营市西五路）在山东省东营市、滨州市、潍坊市、沧州市区域内生产销售侧压增强桩。恒心会神工程技术研究院有限公司是以技术研发及转化为主要业务的股份制公司。该技术现已具备稳定的生产基地，但缺少市场推广团队，因此期望寻求与大型制造企业及广告公司进行项目合作，合作方式包括技术推广、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

1、团队组成：共有教授1人，博士研究生3人，硕士研究生16人。

2、研究方向：结构工程及桥隧工程；岩土工程及地质力学；深部岩石力学及裂缝预测；油气地面工程设计等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及重点科研项目 15 项；发表 SCI、EI 论文 40 余篇；获国家专利 20 项，软件著作权 10 项；获科技奖励 10 余项，其中排名第 1 获省部级科技奖励 6 项、厅局级科技奖励 6 项。



八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院：李老师

电话：18560616679

邮箱：lijing0681@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

再生大骨料自密实混凝土技术

二、成果简介

再生大骨料自密实混凝土技术是采用建筑固体垃圾处理得到的再生大骨料替代天然毛石，制作再生大骨料堆积体，用具有高流动性的自密实混凝土充填堆积体的空隙，从而将再生大骨料粘结为完整的满足一定性能要求的新型混凝土技术。该技术可运用于堤坝、地基等大体积混凝土结构中，它可以大大减少水泥的用量，从而降低混凝土水化热，节省成本。再生大骨料自密实混凝土技术作为一种新型的建筑固体垃圾的再生利用技术，可以有效地实现建筑固体垃圾合理再生利用的目的。

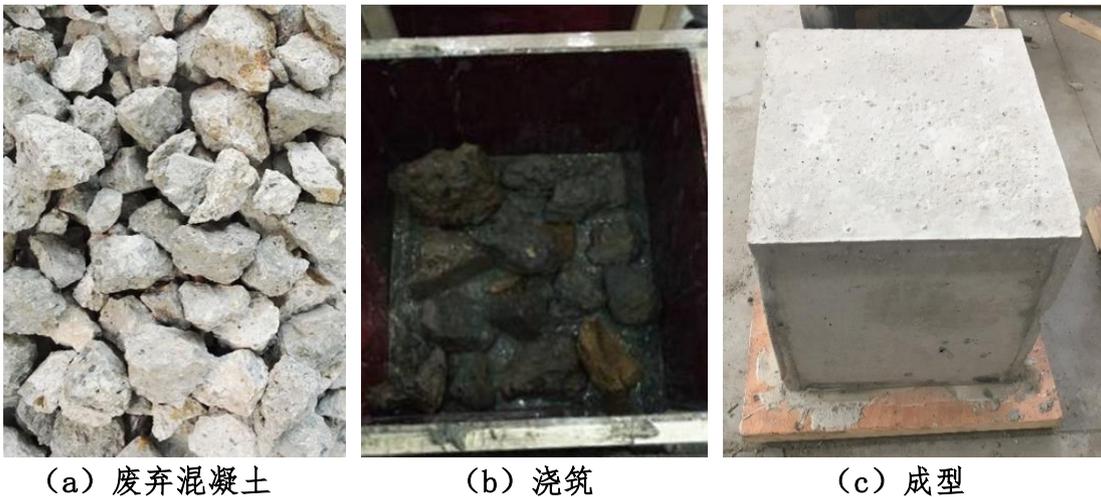


图 1 再生大骨料自密实混凝土制备过程

三、先进性

该技术处于国际先进水平，已完成科研项目（青岛市科技发

展计划科技专项：再生大骨料自密实混凝土新技术及其工程应用（15-9-2-116-nsh）；获得“东营市科技进步一等奖：再生大骨料自密实混凝土新技术及应用”；并发表多篇学术论文：
再生大骨料自密实混凝土梁裂缝开展机理研究，
再生大骨料与自密实混凝土粘结性能研究，
再生骨料影响自密实混凝土力学性能试验研究，
再生大骨料自密实混凝土梁正截面受力特性研究，
再生大骨料混凝土单轴受压本构关系，
再生大骨料含水量对试件强度及表观质量的影响，
再生大骨料影响自密实堆积混凝土力学性能的试验研究，等。

四、成熟度

该技术历经近十年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品及产品组织，包括再生大骨料自密实混凝土梁、各类强度的再生混凝土等。以该技术为基础生产的混凝土产品，符合规范要求，经济效益非常显著，获得了多家单位及机构的肯定。



图 2 再生大骨料自密实混凝土梁制备



图 3 某建筑结构中的再生大骨料自密实混凝土梁

五、可行性分析

再生大骨料自密实混凝土技术是由中国石油大学（华东）李静教授于 2010 年首先提出，至今已应用于多项实际工程，并取得了良好的效果。因再生混凝土的骨料粒径大，材料易获得、适用范围广等因素，使得再生大骨料自密实混凝土对设备要求更低，材料成本更低，施工工艺相对简单，更易于在全国范围内进行推广。目前，国内相关企业只有 5 家再生骨料混凝土的制备公司，该类再生混凝土的性能远不如再生大骨料自密实混凝土。因此，该技术具有绝对的竞争优势。

商业模式为：成立“再生大骨料自密实混凝土”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在建筑工程、水力工程、地下工程等的应用。投资规模约在 2000 万-3000 万之间，预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构

进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

1、团队组成：共有教授 1 人，博士研究生 3 人，硕士研究生 16 人。

2、研究方向：结构工程及桥隧工程；岩土工程及地质力学；深部岩石力学及裂缝预测；油气地面工程设计等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及重点科研项目 15 项；发表 SCI、EI 论文 40 余篇；获国家专利 20 项，软件著作权 10 项；获科技奖励 10 余项，其中排名第 1 获省部级科技奖励 6 项、厅局级科技奖励 6 项。



八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzwei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院：李老师

电话：18560616679

邮箱：lijing0681@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于地表变形的长距离埋地管道安全性快速判定

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

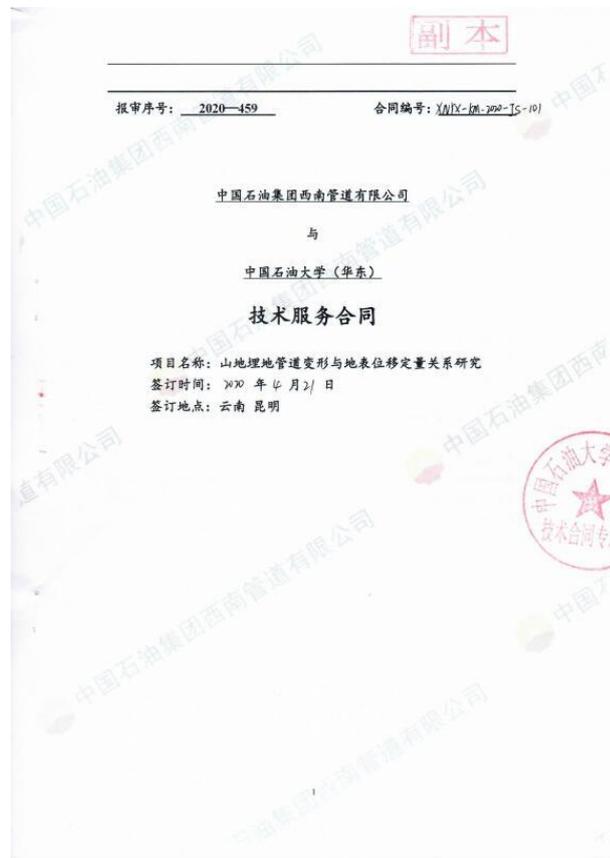
该技术通过开展不同性质土体地表变形下长距离埋地管道安全性试验研究，得到了土体变形过程中的管道应力和应变的分布规律，掌握了地表变形下管周约束力的分布特征，揭示了地表变形引起长距离埋地管道应力状态的演化机理。结合大数据现场监测结果，采用管土耦合理论，建立了考虑多种工况（地基沉降、地基塌陷、横向滑坡、纵向滑坡等）的多参数（管道内径、壁厚、埋深，土体内摩擦角、粘聚力等）管道安全性判定力学模型，由此提出了基于地表变形的长距离埋地管道安全性快速判定方法，编制了表述管道应力与地表变形定量关系的计算程序，并在我国西南山地管道建设中得到了广泛的应用，降低了管道安全风险，并创造了巨大的经济效益。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国内先进水平，可直接应用于管道设计、建设及

安全运营管理中；在我国西南山地管道建设中得到了广泛的应用，降低了管道安全风险，并创造了巨大的经济效益。



技术应用合同

四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近五年开发，已处于成熟阶段，成功应用于西气东输和中缅天然气管道建设和运营过程中。

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

商业模式为：在国家管网建设之际，成立“长距离埋地管道安全性”监测中心，结合大数据技术，实现该技术的产业化，对

国家管网内管道的安全性进行动态监测和掌握。投资规模约在 500-1000 万间（不包括厂房投入）。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

在国家管网建设之际，成立“长距离埋地管道安全性”监测中心，结合大数据技术，实现该技术的产业化，对国家管网内管道的安全性进行动态监测和掌握。投资规模约在 500-1000 万间（不包括厂房投入）。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：长距离埋地管道安全性研究科研团队共有教师 4 人，其中教授 1 人，副教授 2 人，讲师 2 人。

2、团队联系人：张玉，副教授、博导，中国石油大学（华东）土木工程系主任、专业负责人。博士毕业于法国里尔大学，长期从事管土耦合作用及长距离埋地管道安全性研究。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 20 余项；在国内外著名刊物发表论文 100 余篇，其中 SCI 收录 40 余篇，EI 收录 60 余篇；获国家发明专利 15 项；获省部级科技进步二等奖 2 项、三等奖 2 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院：张玉

电话：13792839259

邮箱：zhangyu@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

高精度及智能化 LNG 车载瓶液位计的研发

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

针对 LNG 车载瓶液位测量精度低的问题，基于跟踪自由液法与多相流计算模型，得到晃动工况下 LNG 的组分分布数据，发明了子母电容技术并应用到 LNG 车载瓶液位测量上；为了继续减小由 LNG 组分和温度变化对介电常数的影响，发明了三电容液位计和直角梯形板式液位计，优化设计了三电容的位置和高度，实现了双子电容对 LNG 介电常数的实时修正以及极板边缘效应的消除，进一步提高液位测量精度；针对 LNG 车载瓶液位测量智能化程度差的问题，综合功耗、运算速度及经济性等多方面对比，开发具有具有自动采集、滤波、子电容自动切换、介电常数修正及液体余量计算等高度智能化功能于一身的信号变送器；针对 LNG 车载瓶液位测量过程中存在的断路、短路、渗水和漏气问题，优化了液位计传感器引出导线与电极板之间的连接方式，开发了引出导线与车载瓶之间连接的专用密封接头，并对极板的表面进行了特殊的工艺处理，使液位计具备了防引出导线断路、防极板短路、防渗水和漏气的功能。

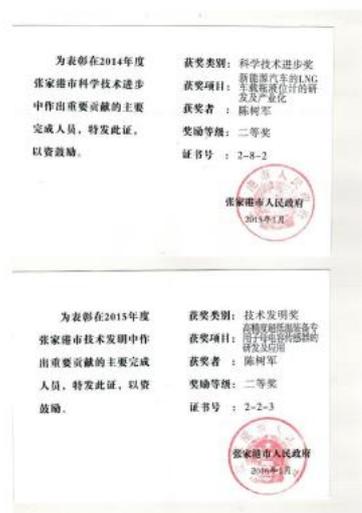
除了在 LNG 车载瓶的液位测量方面具有较好的优势外，还可拓展到以 LNG 为燃料的轮船和飞机上，推动以 LNG 为燃料的交通运输工具快速发展。另外，测量的介质也可从 LNG 到液氮、液氧、液态二氧化碳等低温液体，进一步拓展其应用范围。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

“产学研用”全链条创新结合，形成了产业化和工程应用技术，已获得江苏省科技厅、苏州市科技局和国家质量监督检验检疫总局科技司的资助。申报发明专利 29 项，已授权 15 项；实用新型 4 项；论文 9 篇；江苏省高新技术产品 8 个。研究成果将会推动以 LNG 为燃料的交通运输工具的快速发展。以上海交通大学史熙教授为首的验收专家组认为，成果创新突出，总体达到国内领先水平。





四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

项目产品已批量用于中集圣达因低温装备有限公司、芜湖市海格瑞德科技有限责任公司和江苏华天能源装备有限公司等单位。近5年新增销售额12663万元，利税1253万元，发展前景广阔。

应用证明		
项目名称	高精度及智能化LNG车载瓶液位计的应用	
应用单位	张家港中集圣达低温装备有限公司	
单位注册地址	张家港市金港镇南沙工业新区	
应用起止时间	2014年5月至今	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2018年	20000	1600
2019年	25000	2000
2020年1-3月	7500	600
累计	62500	4200
所列经济效益的有关说明及计算依据: 液位计配套到我司的车载瓶上,2018年新增销量0.8万台,2019年新增销量1万台,2020年1-3月新增销量0.3万台,不含税销售单价2.5万元/台,净利率8%		
具体应用情况: 把高精度及智能化LNG车载瓶液位计配套到本公司的车载瓶内,利用子母电容原理技术,提高了液位测量精度到4.0%以内,同时降低了故障率,并且自带记忆功能,提高了本公司产品的质量,提升了市场竞争力。		
应用单位法定代表人签名:	应用单位盖章:	应用日期:
应用单位盖章:	应用日期:	

注:社会效益类项目如无经济效益,可不填经济效益相关栏目。

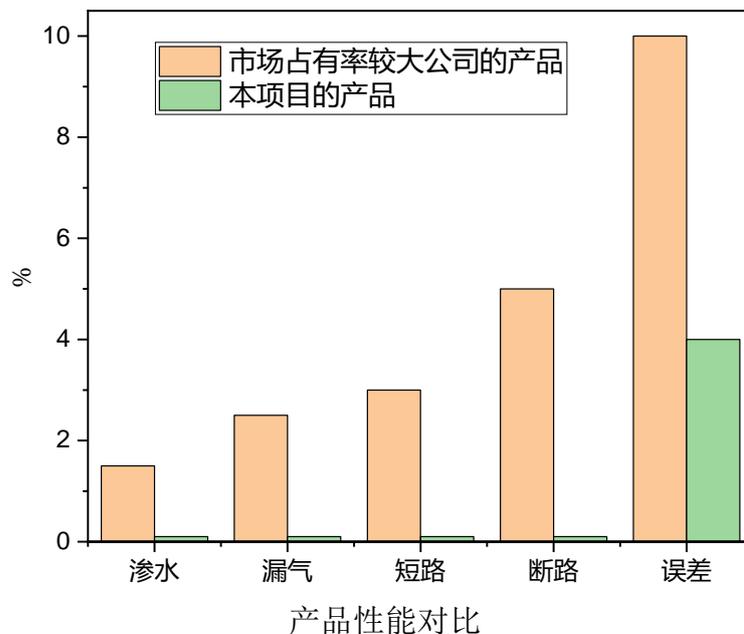
应用证明		
项目名称	高精度及智能化LNG车载瓶液位计的应用	
应用单位	芜湖市海格瑞德科技有限责任公司	
单位注册地址	安徽省芜湖市三山经济开发区叶村路西侧	
应用起止时间	2014年2月至今	
经济效益(万元)		
自然年	新增销售额	新增利润
2018年	2987	211
2019年	4136	281
2020年1-3月	1325	95
累计	8448	587
所列经济效益的有关说明及计算依据: LNG液位计配套到我司的车载瓶上,年新增销售量1000台,销售单价2.6万元/台,单位成本1.9万元,减去税金和费用后,销售利润率达7%左右,即单台产品利润为0.18万元。		
具体应用情况: 本公司把高精度及智能化LNG车载瓶液位计配套到车载瓶内,利用子母电容原理技术,提高了液位测量精度到3.8%,密封性能好,抗干扰功能强大,具有防短路、防碰、防水和漏气的“四防”功能,提高了本公司产品的质量,有效提升了产品的市场竞争力。		
应用单位法定代表人签名:	应用单位盖章:	应用日期:
应用单位盖章:	应用日期:	

注:社会效益类项目如无经济效益,可不填经济效益相关栏目。

五、可行性分析

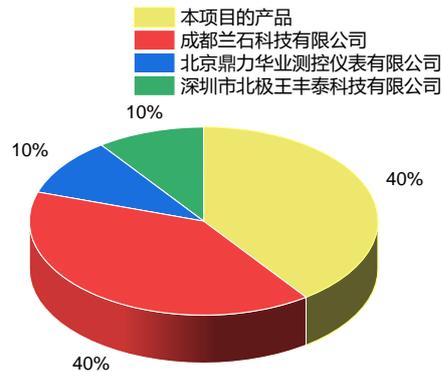
(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

将本项目产品与市场占有率较大公司的同类产品进行比较,如下图所示,可知本项目的产品在各个方面都具有较大的优势。



LNG车载瓶液位计的主要生产厂家及占有率如下图所示,尽

管本项目的产品进入市场较晚，但凭借着品质优势，市场占有率也达到 40%。后续继续加强研发力度，缩短工艺路线，降低生产成本，不断推出性价比更高的产品，市场竞争力会进一步增强。近 5 年新增销售额 12663 万元，利税 1253 万元，发展前景广阔。



LNG 车载瓶液位计的主要生产厂家及占有率

商业模式为：成立“LNG 车载瓶液位计”研发与制造企业，拓展该技术在低温液体储存与利用领域的应用。投资规模约在 1000 万-2000 万之间（不包括厂房投入）。预期三年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

目前，该技术已经部分产业化。现缺少后续资金的投入，因此期望寻求与高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，继续研发适应物联网、大数据等平台的液位计。合作方式包括技术转让、产品区域代理及股权融资等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

团队共有教师 4 人，副教授 3 人，实验师 1 人。



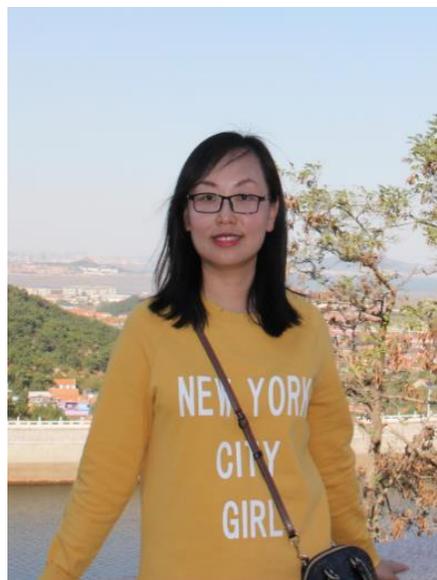
陈树军



毛宁



贺天彪



付越

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

低温钢绞线及锚具低温环境力学性能检测装置和技术

二、成果简介

该技术是在液氮为制冷剂的低温设备形成的可控的低温环境中进行低温钢绞线及锚具的力学性能检测，包括屈服强度、抗拉强度、最大力总伸长率等力学参数。可适用于液化天然气(LNG)低温储罐、丙烷乙炔等液化气体低温储罐的钢筋混凝土外墙用低温钢绞线及锚具的力学性能检测。

三、先进性

该技术处于国内先进水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权。

四、成熟度

该技术历经近十余年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品及产品组织，包括可控温的低温设备以及相关检测技术。

该技术已在青岛董家口 LNG 储罐基地、福建漳州古雷液化烃基地、宁波镇海炼化轻烃等单位推广应用，检测成果经过专家鉴定，经济效益非常显著，获得了多家单位及机构的肯定。

五、可行性分析

长期以来，液化天然气(LNG)低温储罐、丙烷乙炔等液化气体低温储罐用的低温钢绞线及锚具都依靠进口，近两年，国内大

型炼钢厂才开始低温钢绞线及锚具的研发和制造，但是基本没有第三方的检测机构能够对国内产品的性能进行鉴定。

该低温钢绞线及锚具低温环境力学性能检测装置和技术完全能满足低温钢绞线及锚具在低温环境的力学性能检测任务，且具有成本低、无污染、效率高、无磁无电、免维护、适用范围广等优点。目前，尚没有国内同类竞争企业，更无企业具有相关自主知识产权。

商业模式为：成立“低温钢绞线及锚具低温环境力学性能检测”实验室，申请 CMA 等相关检测资质，能够对外承接相关检测鉴定项目，投资规模约在 100 万-300 万之间(不包括厂房投入)，预期五年内可创产值千万元。

六、产业化实施路径

现缺少 CMA 相关检测资质实验室、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与相关检测企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

1、团队组成：科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 2 人，讲师 2 人。

2、研究方向：低温环境钢筋混凝土结构力学性能研究与应用。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 5

项;在国内外著名刊物发表论文 100 余篇,获国家发明专利 5 项,实用新型专利 5 项;获省市级科技进步奖 2 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院:管老师

电话:13864220186

邮箱: 13864220186@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

低温钢筋及连接件低温环境力学性能检测装置和技术

二、成果简介

该技术是在液氮为制冷剂的低温设备形成的可控的低温环境中进行有缺口和无缺口低温钢筋和低温钢筋连接件的力学性能检测,包括屈服强度、抗拉强度、最大力总伸长率等力学参数。可适用于液化天然气(LNG)低温储罐、丙烷乙炔等液化气体低温储罐的钢筋混凝土外墙用低温钢筋及连接件的力学性能检测。

三、先进性

该技术处于国内先进水平,申请了多项发明专利,具有自主知识产权。

四、成熟度

该技术历经近十余年开发,已处于成熟阶段,开发出成套系列产品及产品组织,包括可控温的低温设备以及相关检测技术。

该技术已在青岛董家口 LNG 储罐基地、福建漳州古雷液化烃基地、宁波镇海炼化轻烃等单位推广应用,检测成果经过专家鉴定,经济效益非常显著,获得了多家单位及机构的肯定。

五、可行性分析

长期以来,液化天然气(LNG)低温储罐、丙烷乙炔等液化气体低温储罐用的低温钢筋及连接件都依靠进口,近两年,国内大

型炼钢厂才开始低温钢筋及连接件的研发和制造，但是基本没有第三方的检测机构能够对国内产品的性能进行鉴定。

该低温钢筋及连接件低温环境力学性能检测装置和技术完全能满足低温钢筋及连接件在低温环境的力学性能检测任务，且具有成本低、无污染、效率高、无磁无电、免维护、适用范围广等优点。目前，尚没有国内同类竞争企业，更无企业具有相关自主知识产权。

商业模式为：成立“低温钢筋及连接件低温环境力学性能检测”实验室，申请 CMA 等相关检测资质，能够对外承接相关检测鉴定项目，投资规模约在 100 万-300 万之间(不包括厂房投入)，预期五年内可创产值千万元。

六、产业化实施路径

现缺少 CMA 相关检测资质实验室、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与相关检测企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

1、团队组成：科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 2 人，讲师 2 人。

2、研究方向：低温环境钢筋混凝土结构力学性能研究与应用。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 5

项;在国内外著名刊物发表论文 100 余篇,获国家发明专利 5 项,实用新型专利 5 项;获省市级科技进步奖 2 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院:管老师

电话:13864220186

邮箱: 13864220186@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

低温环境混凝土性能检测装置和技术

二、成果简介

该技术是在液氮为制冷剂的低温设备形成的可控的低温环境中进行混凝土的力学性能检测，包括抗压强度、抗拉强度、线膨胀系数、弹性模量等力学参数。可适用于液化天然气（LNG）低温储罐、丙烷乙炔等液化气体低温储罐的钢筋混凝土外墙用低温混凝土的力学性能检测。

三、先进性

该技术处于国内先进水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权。

四、成熟度

该技术历经近十余年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品及产品组织，包括可控温的低温设备以及相关检测技术。

该技术已在青岛董家口 LNG 储罐基地、福建漳州古雷液化烃基地、宁波镇海炼化轻烃等单位推广应用，检测成果经过专家鉴定，经济效益非常显著，获得了多家单位及机构的肯定。

五、可行性分析

近年来，国内液化天然气（LNG）低温储罐、丙烷乙炔等液化气体低温储罐开始大量建设，但是基本没有第三方的检测机构能

够对低温混凝土的力学性能进行鉴定。

该低温混凝土在低温环境的力学性能检测装置和技术完全能满足低温混凝土在低温环境的力学性能检测任务，且具有成本低、无污染、效率高、无磁无电、免维护、适用范围广等优点。目前，尚没有国内同类竞争企业，更无企业具有相关自主知识产权。

商业模式为：成立“低温混凝土低温环境力学性能检测”实验室，申请 CMA 等相关检测资质，能够对外承接相关检测鉴定项目，投资规模约在 100 万-300 万之间（不包括厂房投入），预期五年内可创产值千万元。

六、产业化实施路径

现缺少 CMA 相关检测资质实验室、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与相关检测企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

1、团队组成：科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 2 人，讲师 2 人。

2、研究方向：低温环境钢筋混凝土结构力学性能研究与应用。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 5 项；在国内外著名刊物发表论文 100 余篇，获国家发明专利 5 项，

实用新型专利 5 项；获省市级科技进步奖 2 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院：管老师

电话：13864220186

邮箱：13864220186@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

特种灌浆料制备技术

二、成果简介

该特种灌浆料是以特种材料作为集料，以水泥作为结合剂，辅以高流态、微膨胀、防离析等物质配制而成。作为加固材料与高强填充材料的一种，因其具有较好的流动性、自密实性、早期强度、微膨胀性、不泌水等特点，在特种灌浆材料（如海上风机灌浆材料）领域得到应用。

三、先进性

该技术处于国内先进水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权。

四、成熟度

该技术历经近十余年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品及技术。

该技术已在福建海上风电等项目推广应用，检测成果经过专家鉴定，经济效益非常显著，获得了多家单位及机构的肯定。

五、可行性分析

由于目前国内对于海上风机灌浆材料的产品研发非常少，既有的灌浆材料性能层次不齐，难以满足特种灌浆料（如海上风机灌浆材料）高性能技术指标的要求，国外灌浆材料产品价格昂贵，成本很高，而特种灌浆料（如海上风机灌浆材料）材

料市场需求较大，应用前景广阔。

自主研发的高性能特种灌浆材料能够满足 GB/T50080-2002《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》、GB/T50448-2008《水泥基灌浆材料应用技术规范》、JTJ270-98《水运工程混凝土试验规程》、GB/T50082-2009《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》等相关标准。

商业模式为：成立“特种灌浆料”实验室，投资规模约在 100 万-300 万之间（不包括厂房投入），预期五年内可创产值千万元。

六、产业化实施路径

现实验室、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与相关检测企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

1、团队组成：科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 2 人，讲师 2 人。

2、研究方向：特种灌浆料性能研究与应用。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 5 项；在国内外著名刊物发表论文 100 余篇，获国家发明专利 5 项，实用新型专利 5 项；获省市级科技进步奖 2 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

储运与建筑工程学院：管老师

电话：13864220186

邮箱：13864220186@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

耐高温酸化缓蚀剂

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

研发耐温酸化缓蚀剂，耐温性高达 160℃，在 20%盐酸的酸液体系中腐蚀速率符合国家一级标准；缓蚀剂工业品单剂及在酸液体系中腐蚀性能达到了项目要求，且与现有各添加剂配伍性良好，无结块、分层等现象，在西北石油管理局顺北区块酸压实施过程中对施工管柱进行了有效保护。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术在我国中石化西北油田分公司顺北油田进行了现场应用，取得了良好的社会和经济效益。

四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

该技术经过数年开发，已处于成熟阶段，能够进行现场应用。



酸液体系

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

随着石油的开采开发，碳酸盐岩油气储层在我国石油工业中占据越来越重要的地位。对于碳酸盐岩储层来说，为了增加开采效率，通常需要酸化酸压技术才能进行生产。顺北油田位于塔里木盆地，属于碳酸盐岩储层，油藏埋深 5000~7000 m，储层温度高达 160~180℃，对酸液体系缓蚀性能提出了更高的要求。

目前顺北油田用酸液体系高温流变性能可满足要求，目前市场上酸化缓蚀剂耐温都在 120℃左右。但当温度达到 160℃时，缓蚀剂性能不稳定，难以在酸液体系中发挥稳定有效的防腐蚀作用，长期进行酸化施工会对管道产生严重的腐蚀。因此，我们课题组针对顺北油田工况条件开发了适用的耐高温酸化体系用缓蚀剂。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定

等)

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

(建议图文并茂)



胡松青
教授/博导/团队负责人



孙霜青
教授/博导



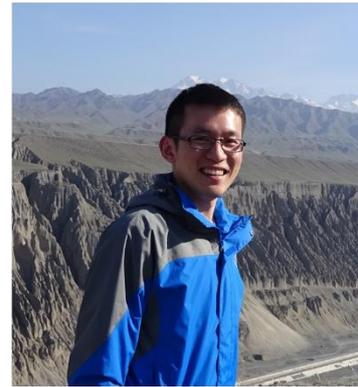
王秀民
高级实验师



李春玲
副教授/硕导



王志坤
师资博士后



吕强
师资博士后

团队依托于中国石油大学(华东)材料科学与工程学院,现有教师6人,其中教授2人,副教授和高级实验师各1人,师资

博士后 2 人。在读研究生 30 余人，其中博士研究生 4 人，硕士研究生 20 余人。团队立足于石油石化行业材料腐蚀与防护实际需求，研究方向覆盖材料腐蚀失效机理、缓蚀剂等油田化学药剂研发、防腐涂料及特殊功能涂料、阴极保护、水处理等研究领域。团队建有防腐防垢实验室、涂料与涂装实验室、电化学测试室、化学药剂合成实验室等专业实验室，实验室总面积 300 余平米，现有实验仪器 50 余台/套。团队还拥有理论计算所需的软件条件（Lammps、Gaussian、GaussView 和 Material Studio 等）和硬件条件（高性能计算机、工作站和集群等）。实验室具有充足的条件开展相关实验和理论模拟研究工作。

近年来团队承担了国家级和省部级纵向课题 20 余项目，包括国家自然科学基金、山东省重点研发计划、山东省自然科学基金、中石油科技创新基金、中石化科技专项等。承担了企事业横向课题 70 余项，与胜利油田、华北油田、国家管网公司、中石化西北分公司、中石油勘探开发研究院等单位长期合作，年均科研经费 500 余万元。团队研发的溴胶混合器防腐技术荣获中石化科技进步三等奖，研发的耐高温酸化缓蚀剂（170 °C）、耐高温抗氧缓蚀剂（130 °C）、耐高温掺稀缓蚀剂（140 °C）、耐高温固体缓蚀剂（130 °C）、泡排剂、阻垢剂、除垢剂和非晶防护涂层在现场进行了大规模应用，取得了良好的社会和经济效益。团队发表 SCI 论文 120 余篇，包括在 Chem、ACS Nano、Angew Chem Int Edit、J Mater Chem A、Chem Eng J、Phys Rev Lett、J

Hazard Mater、ACS Appl Mater Inter、Corros Sci 等国际权威期刊发表高水平研究成果，授权和申请发明专利 20 余项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

快充型动力锂电池硬碳负极材料

二、成果简介

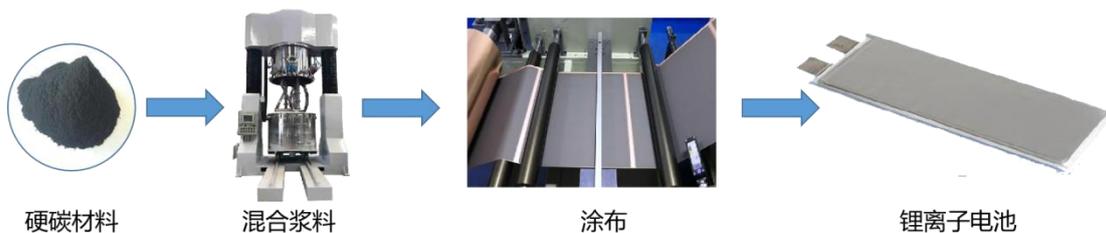
该技术是以快充型硬碳负极材料为核心，硬碳材料的本征无序结构和协同储锂机制，使之具有更快的锂离子传输路径，暴露出更多的储锂活性位点。因此，硬碳材料表现出更出色的倍率性能和能量密度，在冷启动和快速充电模式中具有很大优势。以硬碳材料为负极制造的锂离子电池可广泛应用于新能源汽车、特种汽车的动力电池。同时，也可以用于国家电网(可再生能源发电)、边防设备、工程建设、野外采矿的储能。

三、先进性

该技术处于动力锂电负极材料行业先进水平，已申请国家发明专利，具有自主知识产权。

四、成熟度

该技术目前处于实验室放大阶段、具备进一步放大试验的条件。



五、可行性分析

目前，最常用的商业化负极材料是石墨，但石墨存在着电压平台低、理论容量低、倍率性能差的缺点。以该技术为核心制造的硬碳材料，具有成本低、倍率性能好、能量密度高、环境适应性强、工作寿命长、适用范围广等优点。目前，国内制备的硬碳材料不足以比肩日本制备的同类产品，导致进口硬碳材料价格昂贵。

商业模式为：成立“快充型动力锂电池硬碳负极材料”研发中心与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在动力电池行业、国家电网等行业的应用。投资规模约在 1200 万-2000 万之间（不包括厂房投入）。预期三年内可创产值上千万，利税每年可上百万。

六、产业化实施路径

现缺少国际顶尖的实验设备、稳定的生产中心、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

1、团队组成：电化学能源储存与转化材料科研团队共有教师 6 人，其中教授 1 人，副教授 1 人，讲师 1 人，高级实验师 1 人，师资博士后 2 人。

2、研究方向：电化学能源储存与转化材料。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 20

余项;在国内外著名刊物发表论文 130 余篇,其中 JCR 一区论文 50 余篇;获国家发明专利 7 项,部分研究成果得到了推广应用;获山东省自然科学一等奖 2 项、教育部自然科学二等奖 1 项。



八、联系人及联系方式

材料科学与工程学院:邢伟 老师

电话:13616396288

邮箱: xingwei@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

污水中多尺度污染物一体化处理方案的定制技术服务

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术服务是以核心材料制备及虚拟装置为核心，为特定的生产或生活污水提供定制解决方案。根据污水的产量、组分、处理标准以及污水预期处理成本为基础，合理调控不同材料的表界面性质，将不同的处理技术（筛分、聚结、吸附、杀菌等）进行集成化，并根据企业污水处理条件，利用模拟仿真技术构建虚拟装置，为污水处理工艺提供运行参数，从而为企业提供技术支持。该服务可针对特定污水中的多尺度污染物（金属离子、有机染料、表面活性剂、乳化油以及浮油等）含量与处理需求，提供定制污水处理方案。该服务适用于石油、化工、印染、电镀、餐饮、医疗以及生物科技等领域，旨在降低企业的污水处理成本，缓解环境压力。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术服务处于国内及行业的先进水平，目前已申请或授权

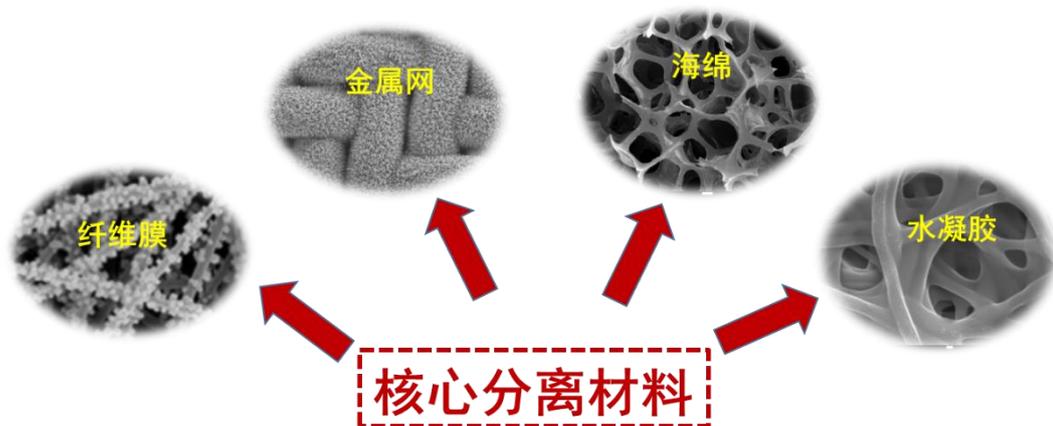
国家发明专利 10 余件，形成自主知识产权，与国内多家相关企业建立合作关系，此外该技术相关理论研究（材料的表界面调控）获得广泛认可，分别于 2011 年和 2017 年获得山东省自然科学一等奖。



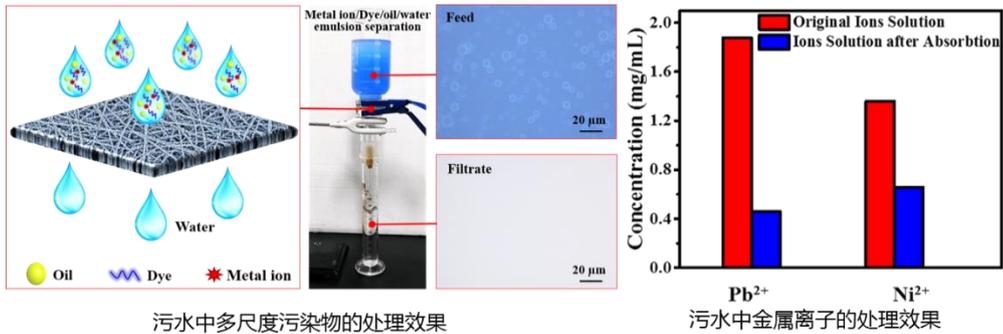
四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

该技术经过不断地完善与发展，目前已处于较为成熟的阶段。通过调控不同材料的表界面，已开发出多种污水处理材料，尤其是油水分离材料，包括纤维膜、金属网、水凝胶、海绵等，这些材料可适用于不同污染物组分的处理。



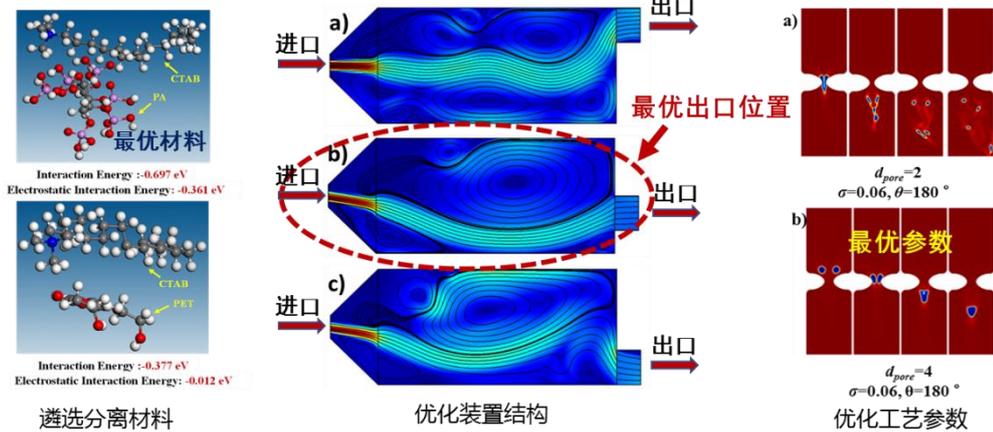
此外，已掌握污水中多尺度污染物一体化处理技术，能够同步处理废水中纳米尺度污染物（金属离子等）、分子尺度污染物（有机染料等）、微米尺度污染物（乳化油等）以及宏观尺度污染物（浮油等）等。



污水中多尺度污染物的处理效果

污水中金属离子的处理效果

此外，实验室具有多尺度模拟系统，能够从分离材料遴选、装置参数优化、工艺参数设计等方面为实际污水处理方案的设计提供技术支撑。



目前已与京博石化达成初步合作意向，基于该技术服务设计的技术方案已进入企业的可行性评估阶段。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、

企业预计投资规模及投资回报等)

目前，污水处理方法主要包括化学法（如化学絮凝、中和、氧化还原、离子交换）、物理法（如重力沉降、离心分离、筛分、反渗透）以及生物法（如活性污泥、生物膜法）。这些方法都具有各自不可避免的缺点，如处理效率低、设备占地面积大、普适性差、造成二次污染等。此外，对于含有多尺度污染物的污水，单一的方法难以对该污水进行处理，而多种方法联用又会产生不同工序的匹配性差、污水处理速率低、处理成本高等问题，并且多种方法联用的普适性较差，如企业某一生产部的污水处理系统难以通过重组、调整等方式对其他生产部的废水进行处理。

以该技术服务进行污水处理方案设计，可以通过虚拟设备设计一体化污水处理方案，从而解决工序匹配性差的问题，最大地提高污水处理速度，降低污水处理成本。此外，该技术服务可对企业现有的污水处理装置进行重组及调整，使其能够应用到企业新兴的生产部或产线，能够降低企业生产结构调整的成本。

商业模式：根据企业的污水参数以及污水处理要求，提供初步污水处理方案，企业可对初步处理方案的可行性进行评估，评估完成后达成合作意向，为企业调整污水处理方案并提供核心污水处理材料，降低企业污水处理成本以及生产结构调整成本。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定

等)

现缺少市场推广团队、核心材料加工基地以及后续核心材料研发资金支持，因此期望寻求新材料制造企业、市场推广企业以及各类风险投资企业机构进行项目合作，合作方式包括联合实施、技术转让及许可等，合作方式也可进一步协商确定。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：新能源与环境材料科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 2 人，讲师 1 人，师资博士后 1 人，入选国家教育部“新世纪优秀人才支持计划”1 人、山东省泰山学者专家计划 1 人。

2、研究方向：水中多尺度污染物一体化处理技术、虚拟装置设计技术、材料表界面调控技术、油水分离技术、气体传感器的开发、二维材料与器件的开发等。

3、科研成果：承担国家 973 计划课题、国家自然科学基金项目、高等学校科技创新重大项目培育资金项目等重要项目 20 余项，获授权发明专利 38 件，在 Energy & Environmental Science、Nano Today、Small、ACS Nano 等国际期刊发表 SCI 论文 200 余篇，其中 SCI 一区论文 70 余篇，ESI 前 0.1% 热点论文 2 篇，ESI 前 1% 高被引论文 6 篇，论文他引 6000 余次，获山东省自然科学一等奖（两次）、教育部自然科学二等奖等省部级奖

励6项。

新能源与环境材料团队

团队介绍

薛庆忠，二级教授、博士生导师、山东省高校教学名师、山东省泰山学者特聘专家，入选国家教育部新世纪优秀人才支持计划，完成和主持国家自然科学基金、教育部重大项目等科研项目20余项，获得省部级以上教学科研奖励6次，在*Energy & Environmental Science*等国际知名期刊发表SCI论文200余篇。



薛庆忠 团队负责人



郝兰众 教授



甄玉花 副教授



凌翠翠 副教授



祝磊 讲师



李小芳 师资博士后

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于有序孔材料的气体分离膜制备

二、成果简介

基于有序多孔材料的气体分离膜主要是以有序孔材料为核心，通过膜材料孔径的精确调控（0.01 纳米尺度微调）、孔环境的设计（孔结构、客体分子）、骨架组成的后修饰（孔壁官能团、电荷效应）和复合材料的多元交叉（多级孔、多维度复合），同时借助复合膜材料中多种传输通道和分离机制的优势互补，提高气体分离性能。实现清洁能源气体氢气、温室气体二氧化碳和重要化工中间体烯烃气体的高效低能耗分离。具体应用领域和指标参数如下表：

目标应用	分离气体	操作条件	选择性	渗透率 (GPU)	能源消耗 低于原有分离方法
天然气水蒸气重整制氢	H ₂ /CO ₂	0.1-1 MPa >200 °C (H ₂ O)	>10	200	低于变压吸附
焦炉煤气氢气提纯	H ₂ / CH ₄	0.5-2 MPa 55°C	>30	100	低于变压吸附
烷烃蒸汽裂解制烯	轻质烯烃/烷烃	0.1-2 MPa	>5	50	远低于低温精馏

烃		>200 °C			
---	--	---------	--	--	--

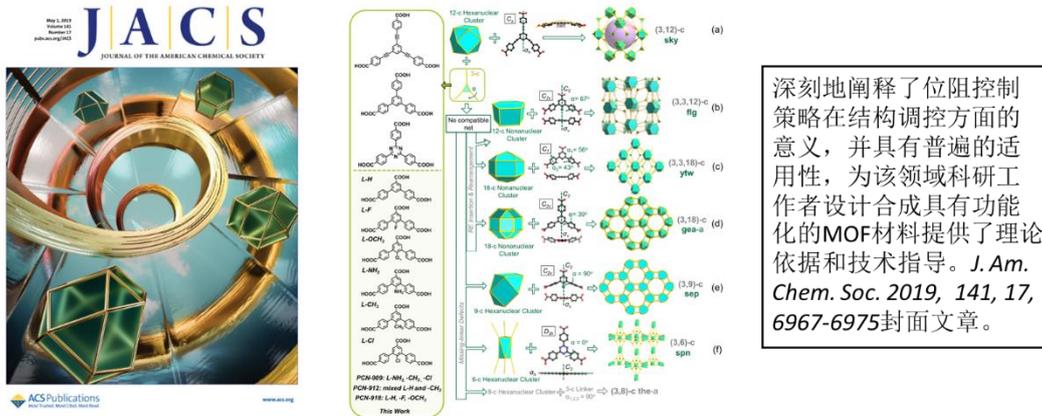
三、先进性

研究团队已经在有序孔材料领域、气体分离领域取得了一系列优秀成果。在《J. Am. Chem. Soc.》、《Angew. Chem. Int. Ed.》、《Adv. Sci.》等杂志上发表 SCI 论文 200 余篇；申请国家发明专利 4 项，授权 3 项。专利内容针对有序孔材料膜实际应用的主要挑战，解决扩大化制备（与其他材料复合）、水、热稳定性（表面疏水层修饰）和超薄膜制备（原位限域生长）问题。

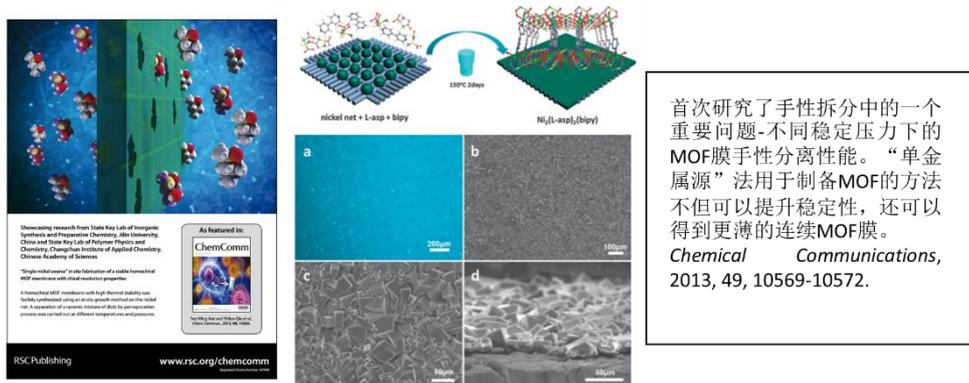


四、成熟度

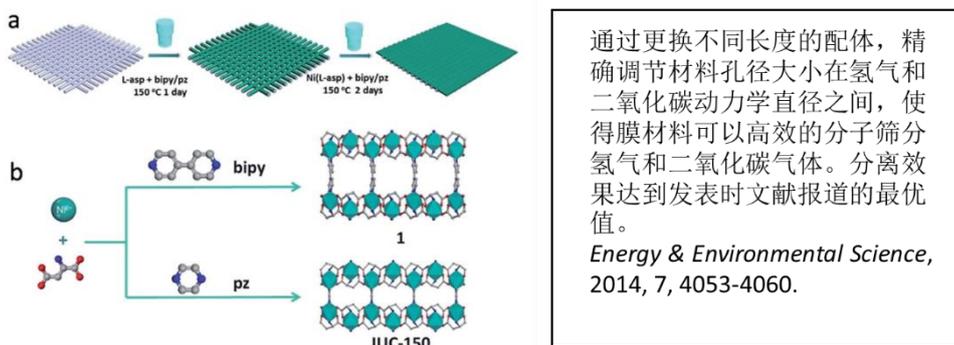
(1) 从多功能的稀土金属出发，利用官能团的位阻效应，从分子层面精准地设计并控制有序孔材料结构。



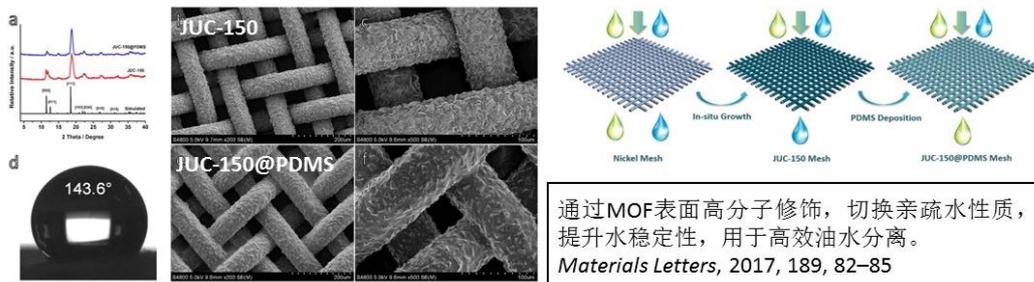
(2) 开发“单金属源”法制备 MOF 膜，提升膜与载体的结合力。



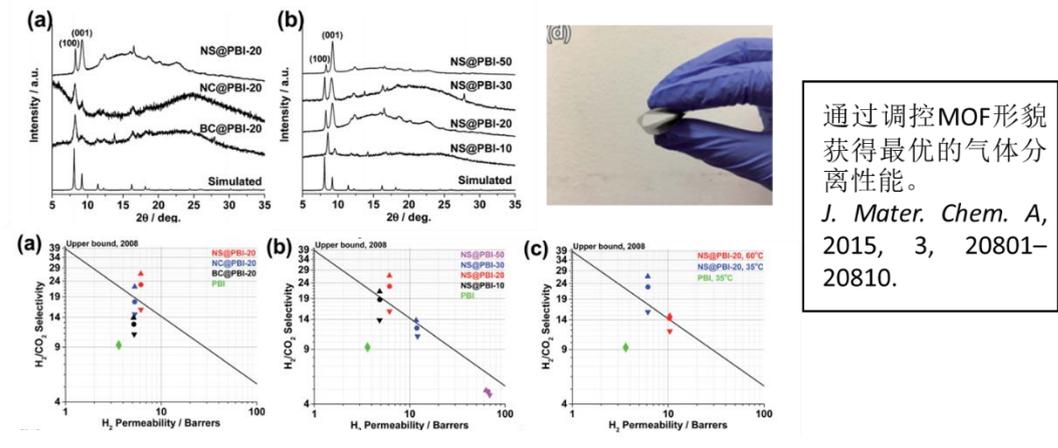
(3) 设计调控 MOF 膜的孔尺寸，达到高效氢气分离。



(4) 利用高分子修饰 MOF 膜表面提升 MOF 膜稳定性。



(5) 研究有序孔材料形貌结构对混合基质膜分离性能的影响。



五、可行性分析

对工业应用有吸引力的气体分离性能：

应用	分离气体	选择性	渗透率(GPU)
氢气回收	H ₂ /N ₂	>10	>200
CO ₂ 捕获	CO ₂ /N ₂	>30	>1000
	H ₂ /CO ₂	>10	>200
烯烃分离	C ₂ ⁼ /C ₂ ⁰ C ₃ ⁼ /C ₃ ⁰	>5	>50

主要技术指标：气体分离性能（气体渗透率和选择性），在长时间（连续 3 个月内），高温（200 °C）和高湿度（4 mol%）下分离性能具有工业应用的吸引力：

应用	分离气体	选择性	渗透率(GPU)
----	------	-----	----------

氢气回收	H ₂ /N ₂	>10	>500
CO ₂ 捕获	CO ₂ /N ₂	>30	>2000
	H ₂ /CO ₂	>10	>200
烯烃分离	C ₂ ⁼ /C ₂ ⁰ C ₃ ⁼ /C ₃ ⁰	>5	>50

主要技术难点：

在不大幅提升成本的条件下，相对于高分子膜，研发的膜材料实现选择性和气体渗透率的同时提升，且稳定易加工，能够扩大化制备。

国内外 H₂/CO₂ 分离膜材料的竞争分析：

根据制备过程，每平方米膜材料需使用 3.98 g 氢氧化钴，3.51 g 2-甲基咪唑，氧化石墨烯 15 美元/平方米，高分子基底 10 美元/平方米，膜材料成本为：25.2 美元/平方米

膜材料	成本 (元/平方米)	选择性	氢气渗透率 (GPU)
ZIF-67/GO	175	75	5500
常规橡胶态/玻璃态高分子膜	70	<5	100
		10	<50
MFI 分子筛膜	18900	42	830

我们目前开发的膜材料在成本稍微提升的情况下大幅的提升膜气体分离性能，具有市场竞争力。

六、产业化实施路径

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让、合作开发。

七、团队简介

1、团队组成：共有教师 8 人，其中教授 3 人，副教授 2 人，讲师 2 人，山东省泰山学者特聘专家 1 人。

2.科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 40 余项，已发表 SCI 论文 200 余篇，影响因子在 4.0 以上的 65 篇，包括 J. Am. Chem. Soc. 2 篇、Angew. Chem. Int. Ed. 1 篇、Chem. Sci. 1 篇、Chem. Commun. 7 篇、Chem. Eur. J. 3 篇、Inorg. Chem. 11 篇、J. Mater. Chem. A 3 篇、封面文章 3 篇（Dalton Trans.; J. Mater. Chem. A 和 CrystEngComm.各 1 篇）等。统计到 2016 年 1 月，所有论文被国内外的其他研究组引用次数 2800 余次。

	姓名	单位	年龄	学历	职称
团队成员	孙道峰	中国石油大学（华东）材料科学与工程 工程学院新能源材料系	45	博士	教授
	王荣明	中国石油大学（华东）材料科学与工程 工程学院新能源材料系	44	博士	教授
	戴昉纳	中国石油大学（华东）材料科学与工程 工程学院新能源材料系	36	博士	教授
	康子曦	中国石油大学（华东）材料科学与工程 工程学院材料化学系	35	博士	副教授
	康文裴	中国石油大学（华东）材料科学与工程 工程学院新能源材料系	35	博士	副教授
	范黎黎	中国石油大学（华东）材料科学与工程 工程学院新能源材料系	36	博士	讲师
	徐奔	中国石油大学（华东）材料科学与工程 工程学院新能源材料系	30	博士	讲师
	刘占宁	中国石油大学（华东）材料科学与工程 工程学院新能源材料系	31	博士研究生	博士后

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

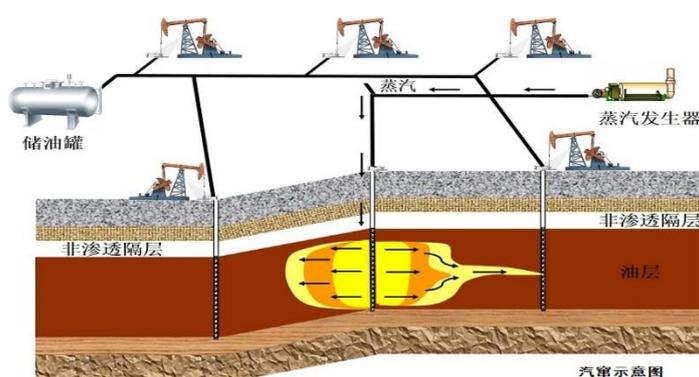
可产业化成果介绍

一、成果名称

高效蒸汽封窜协同化学降黏提高稠油采收率技术

二、成果简介

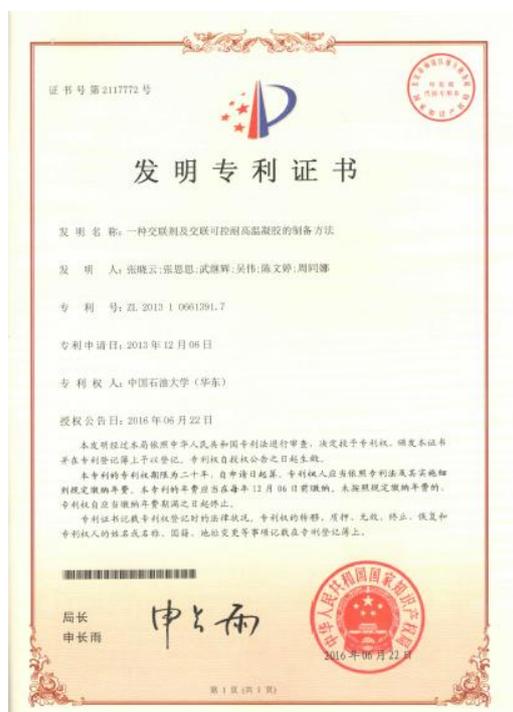
稠油开采是增储上产的主力资源,对保障国家能源安全有重要意义。目前稠油开采量的80%以上主要采用



蒸汽吞吐方式开采,多轮次的开采以及地质不均匀性导致开采后期汽窜现象严重,造成蒸汽波及范围小,能量利用率低,同时稠油黏度对温度敏感,近井和井筒处流动能力变差,致使近年来产量递减幅度较大。因此蒸汽封窜和化学降黏是解决上述重大难题的主要方法。作为封窜剂的传统聚合物凝胶耐温性能一般不超过 150°C ,遇到高温蒸汽会破胶化水丧失封堵效果,同时凝胶膨胀速度过快导致封窜距离无法保证;商品化降黏剂存在选择性强、耐温抗盐能力差、降黏剂用量大且降黏效率低、破乳困难自发沉降脱水率低等问题,因此目前油田蒸汽封窜和降黏技术仍然面临挑战,具有很大提升空间。本成果旨在解决蒸汽封窜和降黏技术问题。

三、先进性

该技术处于国际先进水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权，获得 2019 年中国石油和化学工业联合会“技术发明三等奖”。

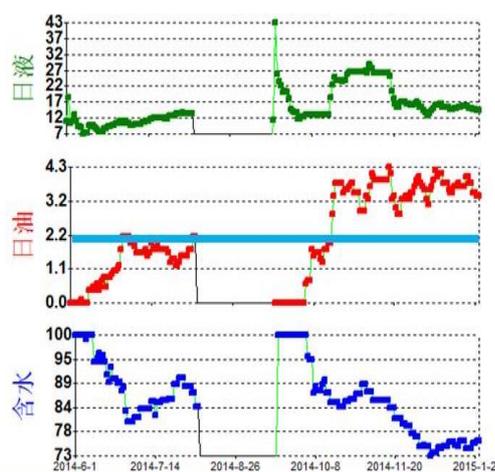
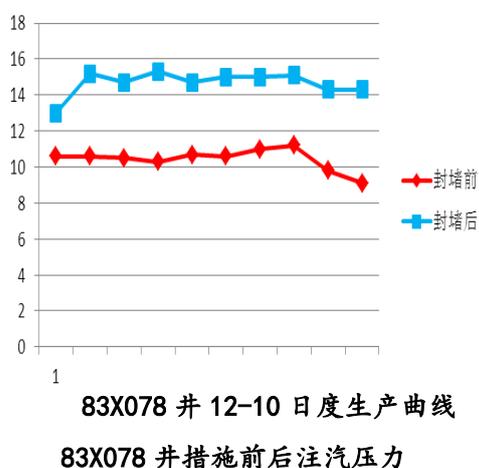


四、成熟度

该项目以提高稠油油藏采收率为目标，开发高效耐高温复合

凝胶和耐高温温敏性体膨凝胶颗粒用于蒸汽封窜，协同化学降黏剂和微生物-化学复合降黏剂降低稠油油藏黏度，创新形成了提

高稠油油藏采收率的关键技术，取得了显著的科技进步。



五、可行性分析

该技术成果自 2015 年在我国胜利油田滨南采油厂、临盘采油厂、注气技术服务中心、中石化新疆新春石油开发有限责任公司以及山东鲁明化工有限公司等单位实现规模化应用，应用井次 685 余次，累计增产原油约 21.37 万吨，创直接经济效益约 3.62 亿元，经济和社会效益显著。该项目研究显著提升了我国稠油开采技术的国际竞争力，进一步推广应用可望创造出更大的经济和社会效益。

六、产业化实施路径

现缺少市场推广团队及后续资金投入，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

1、团队组成：油田功能应用材料共有专业人员 6 人，其中教授 2 人，副教授 3 人，高级实验师 1 人。

团队成员	年龄	职称
张晓云	49	教授
吴伟	56	教授
曲剑波	48	副教授
温福山	46	副教授
孙海翔	44	副教授
周欣明	44	副教授

2、研究方向：高温高酸缓蚀剂、酸化压裂液、清洁压裂液、油田应用系列化学助剂、水处理高分子膜、环氧树脂系列涂料等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 10 余项；在国内外著名刊物发表论文 70 余篇，其中 SCI 收录 40 余篇，EI 收录 10 余篇；获国家发明专利 20 余项；获省部级科技进步三等奖 2 项；获省级技术发明三等奖 1 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzwei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

材料科学与工程学院：张晓云

电话：13045087096

邮箱: zhangxy@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

大长径比管筒内壁脉冲等离子渗氮技术

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

为了提高长度与直径比（简称长径比）大于 150 的大长径比管筒内壁的耐磨性和耐腐蚀性，并针对常规离子渗氮时由于“无线长管电场屏蔽”现象而无法对大长径比管筒内壁进行渗氮处理的难题。本技术利用独立阳极技术开发了适用于大长径比管筒内壁处理的脉冲等离子渗氮成套设备和离子渗氮处理工艺。该技术是利用管体本身作为渗氮的真空炉体及阴极，将阳极金属棒贯穿于管筒中，确保管筒内存在均匀强电场，在管体内部通入渗氮气体，利用高压脉冲辉光放电对管体内壁进行渗氮处理。该技术采用变向循环进气等技术通入渗氮气体，可提高大长径比管内轴向温度与氮势的均匀性，从而满足沿轴向的渗氮处理质量均匀性要求。该技术不仅可对石油行业中的钻杆、油管和泵筒内壁的进行渗氮防腐耐磨处理，还可对化工行业中介质输送管道等进行防腐处理。

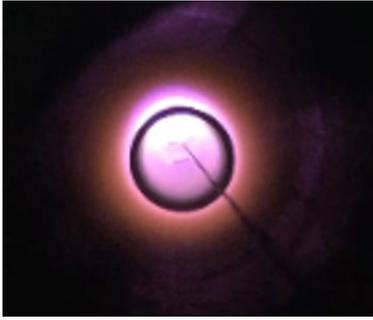


图1 管筒内壁离子渗氮

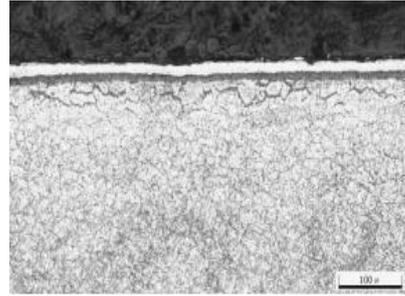


图2 渗氮层横截面组织特征

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术与其它技术相比，具有以下优点：（1）处理时间短、渗层厚；（2）较大的提高零件的耐磨性和耐蚀性；（3）渗后零件变形小，对管材的组织 and 性能影响小；（4）成本低；（5）对环境无污染。

采用该技术的设备对长为 6000mm，管径为 $\Phi 115\text{mm}$ 的 S135 钻杆进行了 5 h 的内壁离子渗氮处理，其渗氮层的性能指标为：钻杆内壁表面硬度 ($\text{Hv}_{0.2}$) ≥ 500 ；渗氮层厚度 (δ) $\geq 0.35\text{mm}$ ；渗氮层均匀性（沿轴向） $\pm 0.03\text{mm}$ ；渗氮后钻杆的抗拉强度为母材的 94.12-100%，延伸率为母材的 79.76-80.95%。与未处理钻杆相比，耐磨性和耐蚀性均提高 3 倍以上。

四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

该技术历经近十年的开发，已处于成熟阶段。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

石油钻杆和油管内壁的腐蚀和磨损失效严重制约油田行业的生产，是石油行业亟待解决的重要课题。钻杆和油管在结构上具有大长径比的特点，目前对这类零件内壁强化处理常采用镀铬、环氧涂层内衬、双金属管等方法。受国家环保要求、结合强度及生产成本等因素的影响，这些方法在使用上受到一定限制，因此迫切需要开发新型的管筒内壁强化技术。本技术开发的“大长径比管筒内壁脉冲等离子渗氮技术”，成功解决了大长径比管件内壁的腐蚀与磨损问题。该技术可应用于石油、化工、机械、车辆等领域，技术成果的推广应用将会带来巨大的经济效益和社会效益。

商业模式为：成立“大长径比管筒内壁脉冲等离子渗氮”的研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、化工、机械、车辆、暖通等行业的应用。投资规模约在 600 万-1000 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：材料加工科研团队共有教师 5 人，其中教授 2 人，副教授 3 人。



2、研究方向：

- (1) 材料失效分析与表面改性
- (2) 材料连接技术及工艺
- (3) 材料加工及其自动化
- (4) 材料复合及新型高熵合金

3、科研成果：

承担国家自然科学基金及省部级科研项目 20 余项；在国内

外著名刊物发表论文 150 余篇，其中 SCI 收录 20 余篇，EI 收录 80 余篇；获国家发明专利 5 项，实用新型专利 20 项；获省部级科技进步三等奖 2 项。



八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

材料科学与工程学院：孙永兴老师

电话：13305468750

邮箱：sunyx80@163.com

可产业化成果介绍

一、成果名称

电动汽车用高性能稀土永磁体规模化研究

二、成果简介

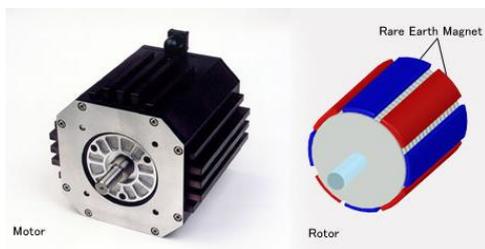
(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

发展电动汽车可显著降低交通工具尾气排放，我国是全球最大的电动汽车市场，汽车的核心部件是稀土永磁驱动电机，电机运行时温度常处于 200 °C 以上环境，容易发生磁体的不可逆退磁。因此，高耐热永磁体的研究开发是重要的研究方向。项目生产制备出高耐热稀土磁体，年产量达到 20 吨，磁体主要技术指标达到国内领先水平：

耐热温度 > 240 °C，

内禀矫顽力 > 2680 kA/m，

矫顽力温度系数 > -0.4 %/°C (温度从 20 °C 变化到 240 °C)；



三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

在设备、成分、工艺方面拥有完整独到的技术，达到世界先进水平，也拥有大量自主知识产权和高水平研究平台为支撑

2006 年省科技进步一等奖，2013 年获中国石油化工协会技术发明三等奖，2016 年青岛市技术发明二等奖，2017 年青岛市青年科技奖。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

可中试批量生产



五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)



电动汽车用高性能稀土永磁体具有广阔市场,投资规模 4000 万元, 回报期 4 年。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等, 意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

可采用技术入股; 技术转让; 合作实施等多种形式。

七、团队简介

(建议图文并茂)

纳米磁性与催化团队负责人于濂清, 博士, 教授, 2007 年获浙江大学工学博士学位, 分别在北京大学、耶鲁大学访问研究, 至主持和参与国家自然科学基金、山东省自然科学基金等省部级项目 6 项, 成果获省部级奖励 4 项, 发表学术论文 80 余篇, 其中被 SCI、EI 收录 60 余篇, 授权发明专利 20 余项。在高性能稀土永磁材料研究成果已应用于企业, 累计新增利润已超过 10377 万元, 创收外汇 1441 万美元。

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

绿色超疏水涂料

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

针对液滴在固体表面润湿性，水滴接触角(Contact angle, CAs)的大小是判定表面润湿性的重要指标，当物体表面水滴接触角大于 150° ，且滚动角小于 10° 时，该表面称为超疏水表面。构建良好的微纳米粗糙结构，是制备超疏水材料的关键，而一般要再加上低表面能物质进行修饰，才能形成良好的超疏水性。针对超疏水材料的形成原理，本课题组所研发的超疏水涂料，采用无毒的磷酸盐/或聚多巴胺为粘结剂，以无毒的纳米粒子或者多巴胺的自聚合构建微纳米级粗糙度，加以环境友好的低表面能物质硬脂酸进行修饰，而后可通过简单的喷涂法将超疏水涂料喷涂于基材，实现超疏水改性。制备过程如下图所示。

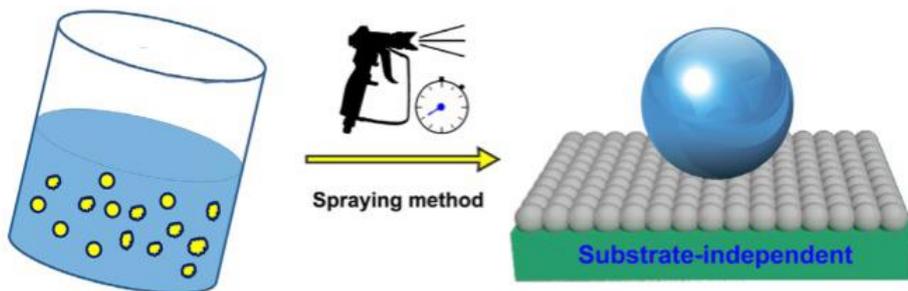


图 1 超疏水涂料在基体上的喷涂

将超疏水涂料喷涂于基材后，即在基材表面获得一层超疏水涂层，使得基材具有防污性，防腐蚀性，防结冰性，抑菌性，自清洁性等。另外，就绿色环保而言，所研发的超疏水涂料从制备方法到所选材料，均对人体和环境不会产生危害及破坏性污染。针对这些优异的性能，我们所研发的超疏水涂料可应用许多领域，在许多行业都具有发展前景。例如，将超疏水涂料应用于医学领域，可提高医用物品的抑菌，防污等；将其应用于发电领域，可赋予太阳能电池板自清洁性能，提高使用寿命等。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

截至目前为止，国际上所采用的超疏水制备方法如溶胶-凝胶法、电化学沉积法、化学刻蚀法、模板法、接枝法、静电纺丝法、水热法等。这些方法所制备的超疏水材料，其过程或受到基体的性质限制（如电化学沉积法只可应用于金属基体上），或所需要时间长，制备过程复杂（如溶胶-凝胶法、刻蚀法），或所需的设备成本价值高（如电纺丝法），或采用的低表面能修饰物质具有较大的毒性且成本较高（如常用的十二基烷硫醇）。这些传统的方法因为上述诸多限制因素的存在使得超疏水材料的制备大多仅限制于实验室阶段，无法使得超疏水材料实现大规模工业化应用，无法有效的将超疏水材料真正应用于现实生活中。下表

所示为常用的超疏水材料的制备方法的实用性比较。

超疏水材料常用制备方法实用性比较

方法	处理过程	实用性
电化学沉积法	将工件作为阴极，通过在其表面发生还原反应沉积反应产物，形成微纳米结构	工艺简单、效率高、重复性好、但是只可用于导电基体
化学刻蚀法	将工件置于强酸或强碱性溶液中，依靠溶液的腐蚀性在金属表面加工出微纳米结构	工艺简单高效，操作方便灵活、但制备时间长仅适用于金属
喷涂法	将所需的化合物分散到溶液中，对材料表面进行喷射，干燥后形成为纳米结构	操作简单、适用范围广、可适合大规模生产涂层
溶胶-凝胶法	氧化物在溶剂中发生水解后经过干燥形成微纳米结构的过程	反应时间耗时过长，导致所需成本过高和生产效率低下
接枝法	先在表面形成自由基，然后根据表面自由基与改性单体或功能基团反应，从而实现超疏水改性	以化学键与表面键合，所以稳定性高，但操作时间长

所以针对以往超疏水材料的上述缺点，本课题组所研发的超疏水涂料具有诸多的优势。

1) 所制备的超疏水涂料可通过简单的空气喷涂法直接喷涂在所需要的基材表面，制备过程简单明了，操作过程容易控制，制备方法具有普遍适用性。

2) 所用到的设备为市面上常用到的空气压缩机及喷枪，所需气体为环境中的空气，无需使用氮气氩气等气体，所需设备简单易得，设备成本低廉。

3) 所制备的超疏水涂料可通过喷涂法喷涂于几乎大部分基

材，包括金属（如不锈钢）、无机非金属（如陶瓷和玻璃）、织物（如聚丙烯）等，这些基材几乎囊括了工业及生活的方方面面。因此就此来讲，该超疏水涂料的应用领域十分广泛。

4) 相较于传统的超疏水涂料相比，所制备的涂料所采用的原料均成本低廉，易于生产或购买，不会对环境或人体产生危害或者破坏性污染。

四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

所研发疏水涂料已经在实验室阶段已经取得了很大的进展。截止至目前为止，已经以聚丙烯熔喷布为基体，将实验性的超疏水涂料，通过空气喷涂法成功喷涂于聚丙烯熔喷布表面。聚丙烯是由丙烯聚合而成的热塑性聚合物。聚丙烯薄膜价格便宜，具有极强的耐酸耐碱性及耐腐蚀性，在膜过滤、膜蒸馏及油水分离等领域有很大的应用价值。而熔喷布以聚丙烯为主要原料，纤维直径可以达到 $0.5-10\ \mu\text{m}$ ，这些具有独特的毛细结构的超细纤维增加单位面积纤维的数量和表面积，从而使熔喷布具有很好的过滤性、屏蔽性、绝热性和吸油性，可用于空气、液体过滤材料、隔离材料、吸纳材料、口罩材料、保暖材料及擦拭布等领域。因此，初始实验选用聚丙烯熔喷布为基材，为后面拓展超疏水涂料在其他领域的应用可以奠定良好的基础。

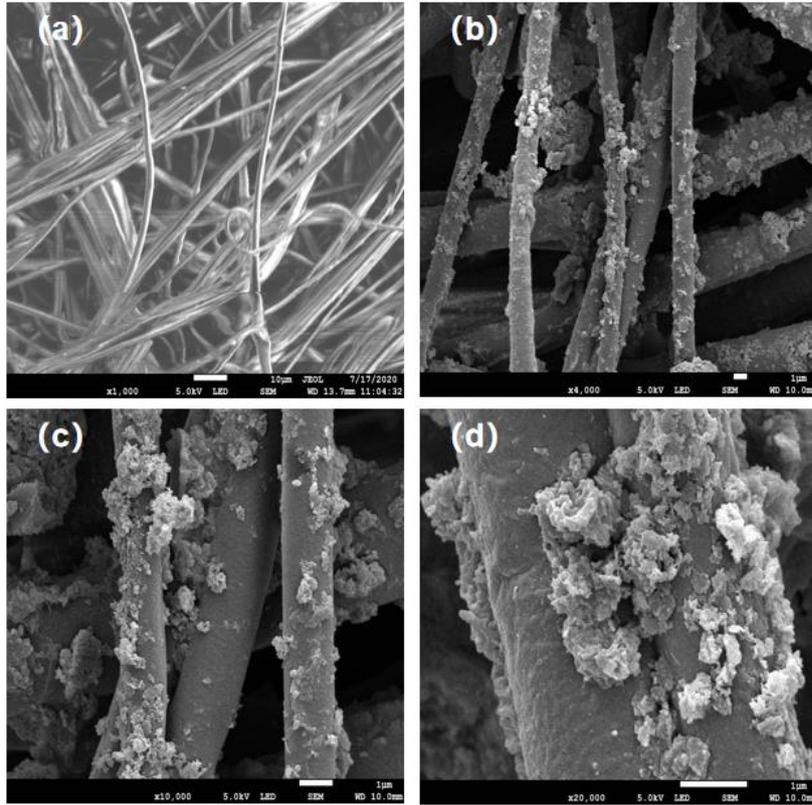


图 2 SEM 图 (a): 原始聚丙烯熔喷布; (b), (c), (d): 经过喷涂改性后的聚丙烯熔喷布。

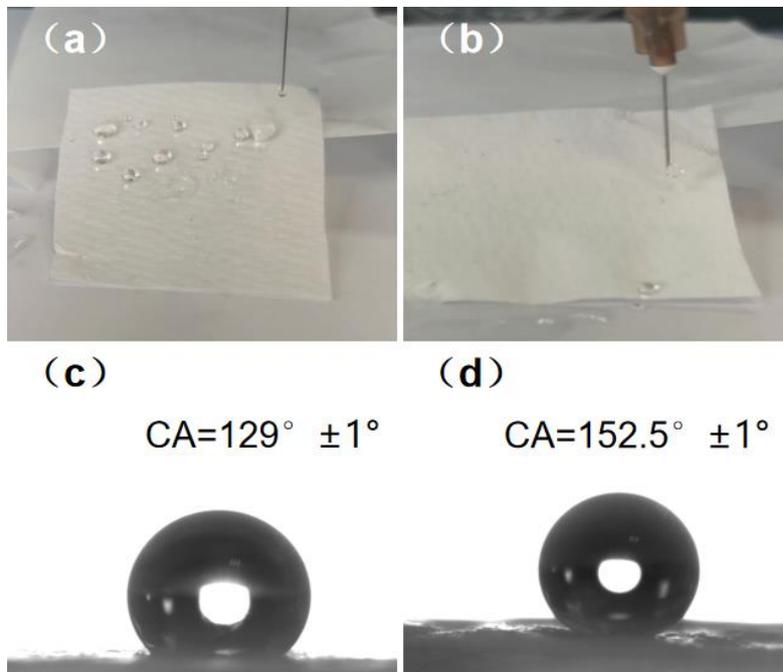


图 3 超疏水改性前后的聚丙烯熔喷布对水滴的润湿性对比

本次实验的初步扫描表征结果如上图所示。图 2 所示为在聚丙烯熔喷布喷涂超疏水涂料前后的扫描电镜对比图。由图可知，与超疏水改性前的聚丙烯熔喷布相比，改性后的聚丙烯熔喷布其聚丙烯纤维上生成了分级的粗糙结构，而这是形成超疏水条件的关键。

图 3 所示为超疏水改性前后的聚丙烯熔喷布对水滴的润湿性对比（图 a、c 为改性前；图 b、d 为改性后）。由图可知，对于改性前的聚丙烯熔喷布来说，其虽然属于疏水，但是未达到超疏水。改性前的聚丙烯熔喷布水接触角为 $129^{\circ} \pm 1^{\circ}$ 。而对于其滚动角来说，如图所示，给予改性前的熔喷布一定的角度，将水滴以近距离滴落，结果水滴仍会粘附在其表面，不会自由滚落。与之相比，改性后的聚丙烯熔喷布，其水接触角达到了 $152.5^{\circ} \pm 1^{\circ}$ ，而对于其滚动角，如图所示，给予改性后的熔喷布一定角度，将水滴近距离滴落，水滴会自由滚下，不会粘附在熔喷布表面上。而在我们随后的测试结果中也表明，改性后的聚丙烯熔喷布其滚动角为 $6-7^{\circ}$ 。

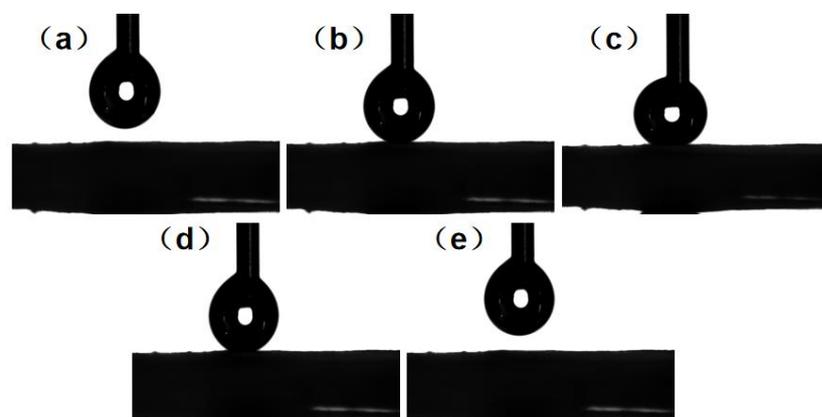


图 4 水滴预载在超疏水改性后的聚丙烯熔喷布表面的过程

图 4 所示为水滴初预载在超疏水改性聚丙烯熔喷布表面的过程，经过观察，可以看出，预载在熔喷布表面的水滴从开始接触到脱离，并未出现明显的变形。由此可知，超疏水改性后的聚丙烯熔喷布对水具有极低的粘附力，进一步表明改性后的熔喷布疏水性能优越。所以纵观上述，可以表明，我们所研发的超疏水涂料已经初步在实验室阶段得到了很好的进展。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

由于以往超疏水材料的制备方法及其所用材料及生产成本所限制，传统的超疏水涂料目前在市场上的大规模应用并不多见。传统的超疏水材料制备方法，很多均只适用于实验室阶段。在实际应用阶段，例如大尺寸或者复杂结构的材料，很多均无法使用实验室的实验方法对其实现超疏水改性使其变成超疏水材料。与之相比，本课题组所研发的超疏水涂料，可以通过喷涂的方式对各个基材表面附着一层超疏水涂层，使其实现超疏水改性。喷涂法不会受到基材尺寸结构的影响，甚至适用于几乎所有基体。从成本上来看，我们研发的超疏水涂料所用设备简单，工艺简单，制备过程所需时间短，基本符合工业化生产需求。从环境友好方面，所选用的粘结剂及低表面能修饰物质，均为无毒的，不会对人体和环境产生危害及破坏性污染。所以经过以上分析可知，我

们所研制的超疏水涂料，是极其具有市场竞争力的。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

今年，新型冠状病毒（SARS-CoV-2，也称新型冠状病毒和2019-nCoV）在全球范围显著流行。受到疫情的影响，全世界各个国家的经济，生活等等各方面均受到了严重的阻碍。然而到目前为止，可通用的新型冠状病毒疫苗尚未研发成功。所以，佩戴口罩，与人群保持接触距离仍是防止该病毒在社会上传播的主要方法。而大部分目前市场上应用于防范疫情的口罩是熔喷布口罩。然而，传统的熔喷布口罩所用的熔喷布，其防污能力差，抑制循环使用寿命，且随着使用时间延长，容易滋生细菌，破坏防护效果，另外呼吸及空气中的水汽在口罩上粘附，影响使用效果。为此，急需一种新型口罩，进一步提升口罩的性能，支持全球抗疫工作。而将超疏水改性的聚丙烯熔喷布应用于口罩，将会有如下优点：1)超疏水具有良好的防污性能，可提高循环使用寿命；2)疏水具有抑菌性，可减少滋生细菌，提升防护效果；3)超疏水表面的水汽易形成小水珠滚落，改善使用效果。另一方面，近些年，随着我国科学技术的进步，太阳能电池发电已经是我国常用的发电形式。而太阳能电池板却由于容易聚集环境中的灰尘而影响其使用。所以，利用超疏水的自清洁性能，将太阳能电池板进行超

疏水改性，也是具有发展潜力的工作。所以从这些来看，我们的超疏水涂料，是符合市场需求的，是非常有利用前景的。

七、团队简介

（建议图文并茂）

无

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

特种防垢防蜡合金及其装置技术

二、成果简介

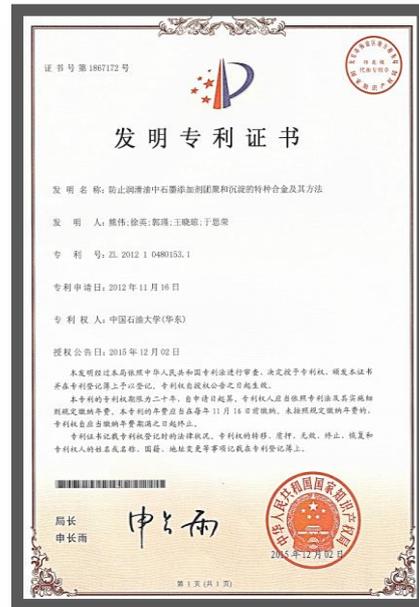
(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

该技术是以特种功能合金为核心，流体与该合金接触之后，自动调节或改变油水的物理化学性质（如极化效应、静电位、表面张力、pH 值等、析出微量阳离子等），从而改变结垢和析蜡的物理化学环境（如成核和长大过程），起到优异的阻垢防蜡效果。以该功能合金为核心制造的防垢防蜡装置可广泛适用于石油、化工、煤炭、发电、热力系统流动介质引起的油井、管线结垢结蜡区域。同时，该技术也广泛应用于白色家电（如各种热水器、锅炉）、水处理等需要防垢阻垢领域。

三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

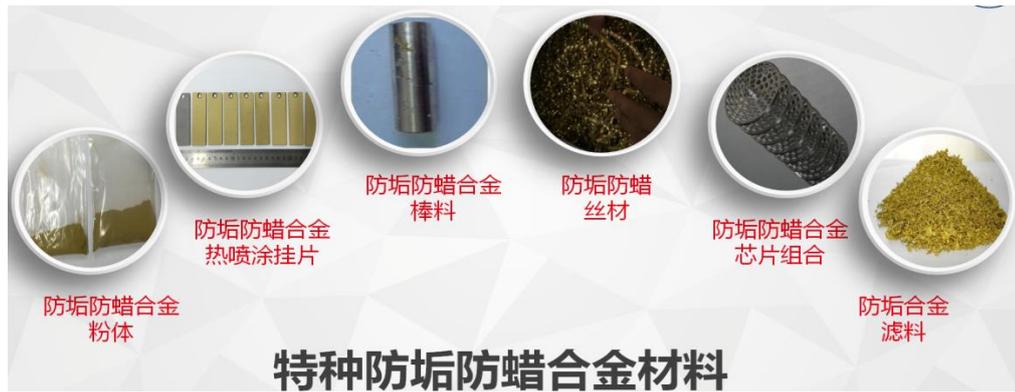
该技术处于国际先进水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权，获得 2017 年教育部首届中国高校科技成果交易会“成果创新奖”。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近十年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品及产品组织，包括可粉体、喷涂挂片、棒料、丝材、芯片组合以及防垢合金滤料等。



以该功能合金制造的防垢防蜡合金抽油杆及短节、地面油井（水井）防垢装置、井下防垢防蜡装置等 10 余个产品已在胜利油田、冀东油田、安庆石化等单位推广应用，并出口到哈色克斯坦，防垢防蜡效果优异，经济效益非常显著，获得了多家单位及机构的肯定。



五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

长期以来，国内外防垢防蜡的方法主要是化学法（添加化学阻垢剂、清蜡剂等）、物理法（如强磁法、电场法、超声法）、软水器法、机械情理法、微生物法等，这些方法都具有各自不可避免的缺点，如污染环境、耗能、成本高、需维护、作用时间短、作用距离有限等。以该功能合金为核心制造的防垢防蜡装置，具有成本低（成本只有传统化学、物理防垢防蜡技术的三分之二以下）、作用距离长（可达 5000 米）、有效期长（可达 2-4 年）、无污染、效率高、无磁无电、免维护、适用范围广等优点。目前，国内同类竞争企业只有一家采用美国专利技术的企业，不具有自主知识产权，无法满足不同工况条件下的个性化需要。

商业模式为：成立“特种防垢防蜡降能合金及其装备”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、白色家电、水处理、化工、电力、暖通等行业的应用。投资规模约在 1000 万-3000 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：复合材料与表面工程科研团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 2 人，讲师 2 人，国务院政府特殊津贴获得者 1 人。

2、研究方向：特种防垢防蜡合金及其装备技术、可溶性合金/复合材料及其装备技术、常温常压环保高效油品有机氯脱除技术、液相脱硫合金及其装备技术、材料表面防腐耐磨耐热复合涂层制备技术、材料超疏水疏油功能表面开发、金属材料焊接接头性能优化与失效分析、金属基复合材料及金属相变储能材料开发、金属表面纳米化研究、钛合金组织细化与性能优化研究、控制轧制控制冷却技术及工业化应用等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 50 余项；在国内外著名刊物发表论文 320 余篇，其中 SCI 收录 90 余篇，EI 收录 160 余篇；获国家发明专利 20 项，实用新型专利 10 项；获省部级科技进步二等奖 2 项、三等奖 2 项；获省级自然科学学术成果奖一等奖 1 项。

团队共有教师 6人，其中教授 2人，副教授2人，讲师2人，国务院政府特殊津贴获得者1人。



姓名：于思荣
职称：教授
称号：国务院政府特殊津贴获得者；教育部“新世纪优秀人才支持计划”入选者；吉林省突出贡献中青年专业技术人才。
出生年月：1964.02



姓名：王炳英
职称：教授
出生年月：1972.01



姓名：熊伟
职称：副教授
出生年月：1977.09



姓名：侯振波
职称：副教授
出生年月：1963.06



姓名：赵严
职称：讲师
称号：“智岛计划”紧缺人才
出生年月：1983.10



姓名：刘恩洋
职称：讲师
出生年月：1985.09

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzwei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

材料科学与工程学院：熊老师

电话：18253265676

邮箱：xiongwei@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

激光熔覆高性能涂层成套工艺

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术是以激光熔覆技术为核心，根据零件修复、表面改性或近净成形智能制造等需求，设计合金粉末成分（铁基、镍基、钛基、高熵合金、金属及陶瓷等），根据研究成熟的匹配工艺参数及保护措施等通过成套加工制造设备在不同形状、几何尺寸的工件表面熔覆高性能涂层（高硬度、耐磨损、耐腐蚀、耐冲蚀、耐高温等）。

冶金结合良好且无缺陷的高质量高性能涂层不经或仅少量精加工后直接应用于石油钻采、油气运输、煤矿机械、航空航天、海洋装备等领域。



三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

该技术处于国内领先水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经十多年科研攻关，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品及工艺参数库，包括铁基、镍基、钛基、高熵合金、金属基陶瓷等多种类型的几十种熔覆层体系成分及与之配套的优化制造工艺参数。

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

目前，国内外激光熔覆技术研究广泛，但成熟应用的高性能涂层及熔覆工艺十分匮乏，针对大规模零件修复及表面改性需求，本成果成熟、先进的涂层设计及工艺具有非常广阔的市场前景。

商业模式为成立“激光熔覆高性能涂层成套设备及工艺”研发与制造企业，实现该技术的大规模产业化应用。投资规模约500万-3000万之间，预期年利润可达上千万。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

现缺少稳定的大规模生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与机械加工、增材制造、材料表面改性等高端装备制造企业和各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

(建议图文并茂)

1、团队组成：焊接技术及表面工程实验室科研团队共有教师 3 人，其中教授 1 人，副教授 2 人。研究生 36 人，其中博士研究生 7 人，硕士研究生 29 人。



韩彬，教授，博导。

中国海洋材料产业技术创新战略联盟
海洋油气装备与材料联盟副理事长，国家采油装备工程技术研究中心材料与表面工程实验室主任，山东省海洋油气装备焊接与表面处理工程实验室主任。



李美艳，副教授，硕导。



李立英，副教授，硕导。



2、研究方向：激光熔覆、激光熔凝、激光相变硬化、激光合金化、激光电弧复合焊接等激光加工及表面改性成套设备及工艺；离子渗硫/氮化学热处理工艺技术；超声冲击表面纳米化表面改性工艺技术；双金属复合管焊接、山区管道自动焊接、管内自动

焊等先进焊接装备及技术；高性能（高硬度、耐磨损、耐腐蚀、耐冲蚀、耐高温等）铁基、镍基、钛基、高熵合金、金属基复合陶瓷等合金粉末设计等。



3、科研成果：团队成员主持或参与国家自然科学基金项目、国家 863 计划项目子课题、国家工信部重大项目子课题、山东省重点研发计划项目、山东省自然科学基金项目、中央高校基本科研业务费专项资金资助和中国石油天然气股份有限公司创新基金等国家及省部级课题 20 多项，大型企业合作项目 30 余项。获得山东省技术发明奖二等奖 1 奖项，技术进步奖 3 项。获得国家发明专利授权 14 项、实用新型专利授权 2 项，出版教材 2 部，发表学术论文 150 余篇，SCI/EI 收录 60 余篇。

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

重力热管-高温空气源热泵联合加热装置

二、成果简介



联合加热装置

原理：联合加热装置包括重力热管高效加热器和高温空气源热泵两个子系统。重力热管加热器为电气两用，利用热管实现蒸汽和工艺流体的高效换热；高温空气源热泵利用工质两级压缩提高环境空气的低温热能的温度，通过自控系统协调两部分高温加热子系统的能流参数。功能：提供 90℃以上高温热水。应用领域及可拓展领域：油田生产系统井场、处理站加热；供暖等领域。

三、先进性

处于国际或国内领先水平、拥有自主知识产权。

四、成熟度



重力热管-高温空气源热泵联合加热装置（现场）

2015 年以来在油田等企业现场应用 200 多台套。

五、可行性分析

已经在石化行业得到推广应用。

六、产业化实施路径

独立研发、生产，产学研结合。

七、团队简介

山东创佳石油机械制造有限公司+中国石油大学（华东）热能高效利用研发团队。团队负责人：郑家远（山东创佳）、王照亮（中国石油大学）。团队成立以来，始终与国内外多所高校的专家教授紧密合作，聚焦于节能环保和新能源领域的技术研发和产品制造。团队现有职工 200 余人，其中从事产品研发、工艺研究、质量控制等技术人员 30 多名（教授级高工 3 人；博士 3 人；高级工程师、经济师 9 人；工程师、技术人员 15 人）。国际销售工程师、国内销售工程师 20 余人；售后服务技师 30 人。现已获得国家发明专利和实用新型专利 35 项，拥有各类先进的制造和检测设备 130 余台套；先后通过了 ISO9001:2008 质量体系认证；ISO14001:2004 环境管理体系及 OHSAS18001:2007 职业健康安全管理体系三体系认证。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

课题组联系人：郑家远 13371522888 王照亮 15954667263

可产业化成果介绍

一、成果名称

稠油热采次生硫化氢气体消除剂

二、成果简介



图 1 合成的硫化氢消除剂

原理：基于化学吸收原理，优化合成了高效、廉价、高硫容的井下硫化氢消除剂，较市场现有的硫化氢消除剂具有更高的硫容和溶解性。通过油套环空注入低浓度的硫化氢消除剂可将硫化氢浓度降低到~10ppm 以下，有效防止硫化氢腐蚀问题。

三、先进性

处于国内领先水平、拥有自主知识产权，已授权发明专利，专利号：ZL 201610424261.5。

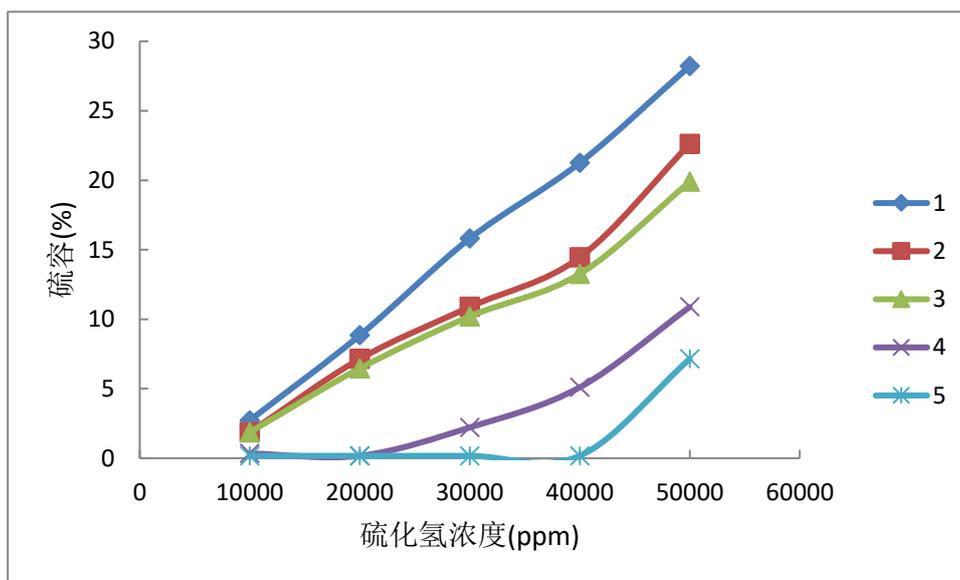


图 2 硫化氢浓度对硫容的影响

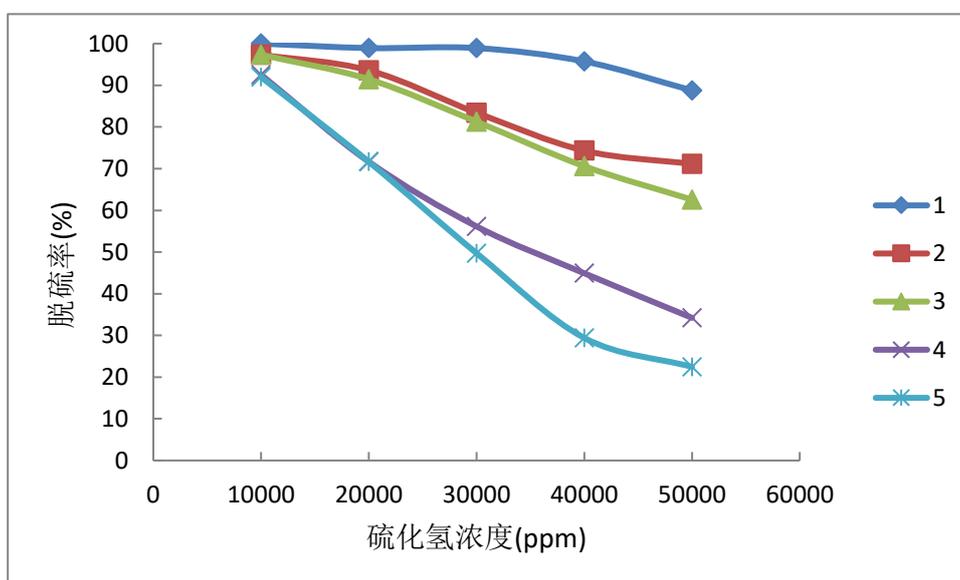


图 3 硫化氢浓度对脱硫率的影响

四、成熟度

合成技术已成熟，经中国石油和化工联合会科技成果鉴定，达到国际先进水平，现已在辽河油田、胜利油田和中海油服等多家油田企业推广应用，应用三年来累计新增产值 1.5 亿元。

五、可行性分析

随着热采注汽开发的不断扩展，大量的热采油田都面临硫化氢治理问题，井下消除剂的需求量将不断增大，产品应用前景广阔，同时

继续升级改造的需求也不断提升。

六、产业化实施路径

独立研发、生产，产学研结合。

七、团队简介

中国石油大学（华东）稠油热化学研发团队。团队负责人：林日亿（中国石油大学）。团队成立以来，始终与国内外多所高校的专家教授紧密合作，聚焦于稠油热化学领域的技术研发和产品制造。团队现有职工 20 余人，其中从事产品研发、工艺研究、质量控制等技术人员 10 多名（教授 3 人；博士 10 人）。现已获得国家发明专利和实用新型专利 10 余项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

课题组联系人：王新伟 18954835281 林日亿 18753216013

可产业化成果介绍

一、成果名称

可调压式分层注汽管柱

二、成果简介

本技术针对直井大厚层分层注汽开发吸汽不均、汽窜严重、开发效果和经济性差的问题，通过设计加工专门的可调压式分层注汽管柱实现不同油层的按需配汽问题。具体实现方式通过外管的上部内壁上安装有旋流器，分配器包括分配器圆盘、多个活塞和多个弹簧，分配器圆盘焊装在外管的内壁上，且内管的上端焊装在分配器圆盘上，定义分配器圆盘上对应内管的部分为圆形区域，定义分配器圆盘上除去圆形区域剩下的部分定义为环形区域，圆形区域和环形区域内均匀开设有多个倒置圆台配汽孔，每个倒置圆台配汽孔内由上至下设置有活塞和弹簧，弹簧上端焊接在活塞上，弹簧下端焊接在倒置圆台配汽孔的孔壁上。本实用新型用于注汽采油作业中。

三、先进性

处于国际或国内领先水平、拥有自主知识产权，已授权发明专利一种可调压均干度分层配汽工具，CN201220612983.0。

四、成熟度

合成技术已成熟，现已在胜利油田推广应用，应用多年来累计新增产值0.5亿元。

五、可行性分析

随着注汽热采的不断推广，非均匀配汽造成的热经济性差、开发效果差的问题越来越突出，通过可调压的分层注汽管柱可以有效调节注汽剖面，改善开发效果，因此产品应用前景广阔。

六、产业化实施路径

独立研发、生产，产学研结合。

七、团队简介

中国石油大学（华东）稠油热化学研发团队。团队负责人：林日亿（中国石油大学）。团队成立以来，始终与国内外多所高校的专家教授紧密合作，聚焦于稠油热化学领域的技术研发和产品制造。团队现有职工 20 余人，其中从事产品研发、工艺研究、质量控制等技术人员 10 多名（教授 3 人；博士 10 人）。现已获得国家发明专利和实用新型专利 10 余项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

课题组联系人：王新伟 18954835281 林日亿 18753216013

可产业化成果介绍

一、成果名称

烟气/废气多污染物超低排放关键技术及装备

二、成果简介

针对电力、钢铁、水泥、有色、化工、喷涂等行业的多污染物(SO_x, NO_x, PM_{2.5}, VOCs, H₂S 等)达标排放问题,开发了烟气/废气多污染物超低排放关键技术及装备,包括:(1)研发了高性能、宽温度窗口、环境友好型系列脱硝催化剂,实现在 150-500°C 宽温度内气态污染物的高效和稳定转化,具有良好的抗水、抗硫中毒、抗碱金属/重金属失活能力,可应用于烟气脱硝、石化炼化废气 VOCs 催化燃烧等;(2)研发了成套干式、湿式电除尘技术设计与选型技术,结合电凝并、预荷电、湍流团聚等预处理装置,可实现烟气、天然气、裂解气中细颗粒的高效脱除。

三、先进性

目前针对关键技术研发已发表学术论文 50 余篇,申请/授权专利 10 余项,应用效果可满足国家最严格的污染物排放标准,成果处于国内领先水平。

四、成熟度

目前研究成果已针对电力、钢铁等行业烟气净化完成了“理论研究-小试实验-中试放大-工业应用”的全链条应用,如在钢铁领域,成功申报山东省重大创新工程应用示范类项目,已完成 400m² 烧结机上

烟气污染物超低排放应用示范。目前，针对石油石化行业烟气/废气已开展实验室范围内的基础研究和小试实验，同时电力、钢铁行业的成功经验提供了很好的借鉴意义。

五、可行性分析

关键技术为自主研发，具有自主知识产权。多项成熟技术已完成工业化应用，部分其他技术也已完成实验室验证，具备进一步中试放大或者工业化验证的条件。

六、产业化实施路径

目前已与山东国舜集团、青岛软控海科环保、浙江中泰环保等建立了产学研合作关系，已在电力、钢铁、橡胶等行业成功实施多个项目，为关键技术形成装备及实施产业化提供了基础。

七、团队简介

中国石油大学(华东)大气污染物控制团队，负责人姜烨副教授，是中国环保机械行业协会大气污染防治装备专业委员会委员、山东省科普专家人才库工程技术类专家、青岛市环境影响评价技术评估专家。团队现有职工 20 余人，其中从事产品研发、工艺研究、质量控制等技术人员 10 多名（教授 3 人；博士 10 人），长期从事烟气/废气多污染物深度净化研究，致力于解决电力、钢铁、水泥、有色、化工、喷涂等行业的多污染物（SO_x，NO_x，PM_{2.5}，VOCs，H₂S 等）达标排放问题，研发了系列基于催化、静电、吸附/吸收的污染物净化技术。目前，已与浙江大学、华中科技大学、东南大学、山东大学等高校，以及山东国舜集团、青岛软控海科环保、浙江中泰环保、山东省环境监

测中心等建立产学研合作，团队现有现已发表学术论文 50 余篇，
申请/授权专利 10 余项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

课题组联系人: 姜焱 13255320591/jiangye@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

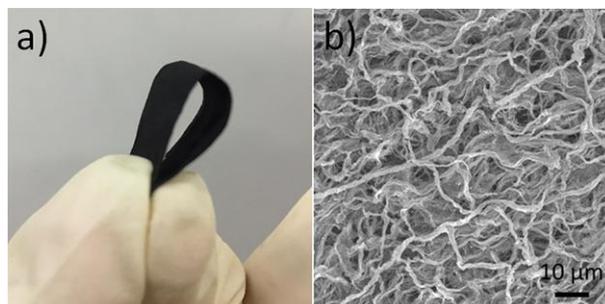
一、成果名称

用于燃料电池气体扩散层的柔性生物质碳纸制备技术

二、成果简介

(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

针对现有燃料电池扩散层制备技术存在的问题，本技术以廉价的纤维素纸为原料，通过化学气相腐蚀/原位掺杂的方法，一步将纤维素纸制备成高孔隙率、高比表面积的确氮共掺杂碳纸，并通过调节反应温度、反应时间、气体流速等技术参数，控制碳纸的石墨化程度、导电性、表面亲疏水性等性质，研发出低成本、高性能的柔性生物质碳纸，可作为气体扩散层广泛应用在各种质子交换膜燃料电池中。该碳纸制备技术打破国外对燃料电池气体扩散层技术的垄断，有助于解决我国燃料电池发展的“卡脖子”问题。



三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，

建议图文并茂)

该技术处于国内先进水平，申请了多项发明专利，具有自主知识产权。

四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术已完成实验室研发阶段，正与山东能源集团合作，推动进一步放大流程。

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

燃料电池具有高效、无污染、无噪声、可靠性高、模块化、对负载变化快速响应等显著优点，被誉为 21 世纪的主要能源之一。近年来，国外的燃料电池车已实现量产，但我国车用燃料电池还处在技术验证阶段。质子交换膜、气体扩散层和催化剂三种关键材料长期依赖国外是制约我国燃料电池发展的“卡脖子”问题，特别是在气体扩散层量产技术方面，我国目前还处于空白阶段，主要依赖进口，而常用的日本 TORAY 公司扩散层价格高达 3500 元每平方米，在此背景下，研发新型低成本的气体扩散层具有重要的战略意义。

以 1 万平米/年气燃料电池气体扩散层制备装置为例。原料植物纤维材料成本约 10 元/平米，纤维素滤纸前处理成本约 10 元/平米，纤维素滤纸热处理制备碳纸能源消耗约 80 元/平米，

硼氮共掺杂所需前驱物成本约 200 元/平米，所需人工费用 100 元/平米，设备折旧及废气废液处理年运行成本约 600 万元，而目前市售气体扩散层碳纸价格约为 3500 元/平米，综上所述，1 万平米/年气燃料电池气体扩散层制备装置年经济效益约为 2500 万元。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：氢能科研团队共有教师 5 人，其中教授 1 人，副教授 3 人，讲师 1 人，山东省泰山学者 1 人。

2、研究方向：主要从事新型金属有机框架材料（MOFs）、新型碳材料的制备及其在气体分离与存储、新型电极材料、储能材料、石油加工催化材料等方面的应用研发工作。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 10 余项；在 Science、Nature-Chemistry、JACS、Angew、AFM、NE、

CM、CC、JMC、Carbon、JPC、ACS Appl. Mater. Interfaces 等国际著名学术期刊发表论文 100 余篇；获国家发明专利 10 余项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

材料科学与工程学院：赵老师

电话：15288971031

邮箱：zhaoxuebo@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

采出液脱水工艺及成套装备技术

二、成果简介

包含 5 项核心关键分离技术。

1、基于超重力离心力场多维梯度场的液液旋流聚结分离技术局

基于高效导流式旋流原理，将热化学破乳、梯级速度场破乳、超重力（800~3000g）分离以及向心聚结技术等进行高效耦合，形成具有自主知识产权的油田采出液脱水工艺及装备技术，具有结构简单、操作方便、高效紧凑、自动化程度高、分离性能稳定、适应性强、操作范围宽等显著优点。

适用于原油（稀油/稠油/超稠油）快速预脱水：稀油/稠油低温脱水率>75~90%；脱后切水含油低于 200mg/L，大大降低了后续采出液处理燃料消耗、动力消耗及污水处理系统的负荷。

用于污水处理：除油效率（原油回收率）>85~98，净化水含油<50mg/L；污油/泥产生量降低 75%；

2、高效液体脱气、天然气除液分离技术

基于气液旋流、（材料）聚结分离技术，可实现采出液脱气率>99.9%，脱除气体含液、50~200mg/m³。

3、高效三相分离器技术

集旋流预脱气、油水聚结预分离、天然气聚结净化技术于一体，

通过内部分离构建的优化匹配设计，实现油气分离和油水预分离，适用于稀油和普通稠油的快速预处理。

4、原油高频脉冲电脱水技术

在开展原油基础物性研究分析基础上，基于高频脉冲电场的振荡聚结、偶极聚结、强场冲击和水链聚结等过程强化、耦合实现原油的快速深度脱水技术，广泛适用于稀油、稠油和超稠油，亦可用于重污油/老化油处理过程。

过程的叠加效应，脱水效果大大提高

5、沉降罐/三相分离器排泥在线减量化预处理工艺及装备技术

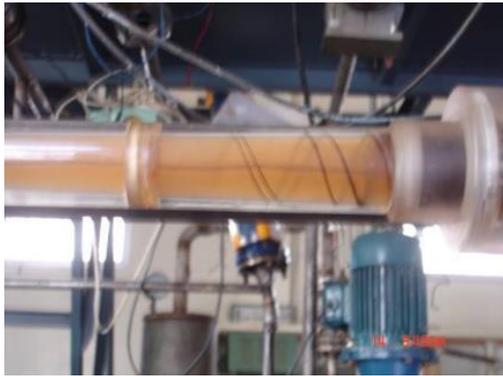
基于强旋流油泥湍动脱附、油泥水强旋流分离技术，用于和油田三相分离器、罐底外排泥水在线预处理，实现含油泥砂湍动脱附、原油/水回收，污泥浓缩，原油、水回收率>90%，污泥减量化>90%。

三、先进性

油水分离、天然气净化、污泥在线处理技术具有完全自主知识产权，先后获得相关专利 10 项，整体技术达到国际先进水平，部分达到国际领先水平。先后获得中国石油和化学工业联合会、中国机械工业协会、新疆自治区科技进步二等奖等奖项。

四、成熟度

该技术历经近二十年，已处于成熟阶段，开发出成套系列技术，包括高效破乳技术、高效轴流式聚结分离技术、高频电脱水技术、高效三相分离技术等。



污水旋流除油实验



采出液地位预脱水工业试验



稠油采出液低温旋流脱水撬装装置



14000 方/天超稠油污水旋流聚结处理装置

该技术已在辽河油田、新疆油田、塔里木油田等中石化、中石油单位推广应用，原油采出液脱水效果优异，经济效益非常显著，获得了多家单位及机构的肯定。

五、可行性分析

采出液脱水一般采用热化学沉降法和沉降-电脱组合法，但普遍存在脱水时间长、脱水效果差、药剂用量大、流程不密闭有 VOCs 挥发导致污染、热量损失大、后期污水处理难度大、含油污泥产量大等问题。本技术以高效破乳技术、高效轴流式聚结分离技术、高频电脱水技术等为核心技术，形成了一套采出液密闭脱水处理新工艺和新技术，具有结构简单、操作方便、高效紧凑、自动化程度高、分离性能稳定、适应性强、操作范围宽等显著优点。目前，国内其他相关企业并无相关技术的自主知识产权，无法满足个性化需要。

商业模式为：成立“采出液脱水工艺及装备”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在采油、储运、化工、环保等行业的应用。投资规模约在 1000 万-3000 万之间（不包括厂房投入）。预期三年内可创产值上亿，利税每年千万以上。

六、产业化实施路径

缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与采出液脱水相关企业及各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：中国石油大学（华东）多相流分离工程技术中心共有教师 7 人，其中教授 2 人，高级工程师 1 人，副教授 4 人，讲师 1 人，

2、研究方向：国内最早成立的专门从事气固、液固、气液、液液

等多相分离技术与设备开发的科研机构，长期致力于石油、石化、电力、煤炭、环保等行业领域的气固、液固、气液、液液分离工艺及装备技术研究，近年来又逐步开展石油、石化废弃物（废气、废水、污泥、废渣）处置、资源化利用技术及装备开发。整体技术水平居于国内领先、国际先进水平，部分成果达到国际领先水平。

3、科研成果：在固相振动筛分、气液旋流聚结分离、液液旋流聚结分离、离心/过滤分离、污油泥热解、高频脉冲电分离、反应分离一体化等技术领域形成了自己的特色，发表相关论文 200 余篇，取得相关专利 70 余项；先后获中国石油和化学工业协会科技进步二等奖、中国机械工业科技进步二等奖、青岛市青年科技奖、新疆自治区科技进步二等奖等 16 项省部级奖励。

先后开发成功应用成果有：

- 1) 高效旋风分离器系列技术
- 3) 长输天然气净化（除液、除杂）旋风/旋流分离器
- 5) 高效固液/液液旋流、离心分离技术及装备
- 6) 高效旋流聚结分离技术及装备
- 7) 含油污水密闭气浮技术、油田采出液污水处理成套技术
- 8) 原油高频脉冲静电脱水技术
- 9) 污油泥分离、污泥干化/热解技术；

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱: zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

石油石化含油泥砂环保处置及资源化利用工艺及成套装备技术

二、成果简介

含油泥砂既是原油生产过程中产生的危废，也是可贵的二次资源。目前国内外对含油泥砂的处理方法各有利弊，无法做到方方面面周全，而且目前对含油泥砂处理的着眼点也十分片面，缺少对含油泥砂的进行无害化、资源化和减量化处理的综合处理思路

本项目基于石油石化生产产生的各类含油泥砂，开展以调质离心、溶剂萃取、湍动脱附、固相干化、高温热解、资源化利用一体化处置工艺，同时开展相关高效破乳剂、萃取剂、催化剂技术研究，最终实现低耗广谱的含油泥砂减量化、资源化、无害化处置工艺路线，并完成关键装备及制剂的开发。本项目所设计的工艺路线以及原油回收单元中的分离器具有自主知识产权。

三、先进性

本项目在含油泥砂处理工艺上既有关键技术的原始创新，又有多种技术的集成创新。通过单元化、模块化设计，对不同性质含油泥砂的处理工艺可灵活组合相关模块，技术适应性宽。已经申请了相关的发明和实用新型专利。此外，“基于超重力离心力场的多维梯度场聚

结分离技术”是在热化学破乳、液液旋流分离技术基础上开发的新型、高效油水分离技术，是一基于油水热化学破乳、多维梯度场、超重力（800-3000g）分离以及向心聚结等技术的多效耦合技术，可用于油田采出液的预脱水工艺和含油污水除油/收油工艺。该技术拥有完全自主知识产权，已经授权多项发明专利，如表 1 和图 1 所示。

序号	专利名称	专利号
1	一种含油污泥干燥焚烧一体化处理工艺	发明专利 ZL201710071379.9
2	含油污泥萃取-分离-干燥-焚烧一体化工艺系统	发明专利 ZL201810321171.2
3	一种含油污泥添加微藻生物质协同热解的工艺方法	发明专利 ZL201710549840.7
4	一种超低氮氧化物排放的再生器及其再生工艺	发明专利 ZL201611146899.3
5	一种油田沉降罐罐底排泥在线处理装置的处理方法	发明专利 ZL201710438226.3
6	含油污泥一体化处理系统	实用新型专利 ZL201720123087.0





图 1 部分相关专利证书

四、成熟度

1、高含油泥砂预处理（油泥分离、原油回收、）工艺及成套装备技术（图 2）

油田联合站污油泥池（落地油泥、罐底外排油泥）已实现了工业化应用，原油、水回收率 $>85\%$ ，泥砂含油率降低 $>85\%$ ；三相分离器、罐底外排泥水在线预处理工艺及装置技术（泥砂湍动脱附/原油、水回收/，污泥浓缩）完成了工业化在线试验，原油、水回收率 $>90\%$ ，污泥减量化 $>90\%$ 。



(a) 油泥砂

(b) 原油回收、油泥水分离

(c) 油泥分离后污泥浓缩

图 2 原油回收、油泥水预分离效果

2、低含油泥砂热解、热解-焚烧一体化技术（图 3）

已完成了全部室内试验，并在中试平台上进行了单元试验。图 3 所示为含油泥砂分离后固相热解前后的图片，可以看出，热解前含油泥砂粘度大，并且仍含油少部分油，热解后含油泥砂颗粒特性非常好，并且几乎不含油，可用作辅助燃料或者功能性炭材料。

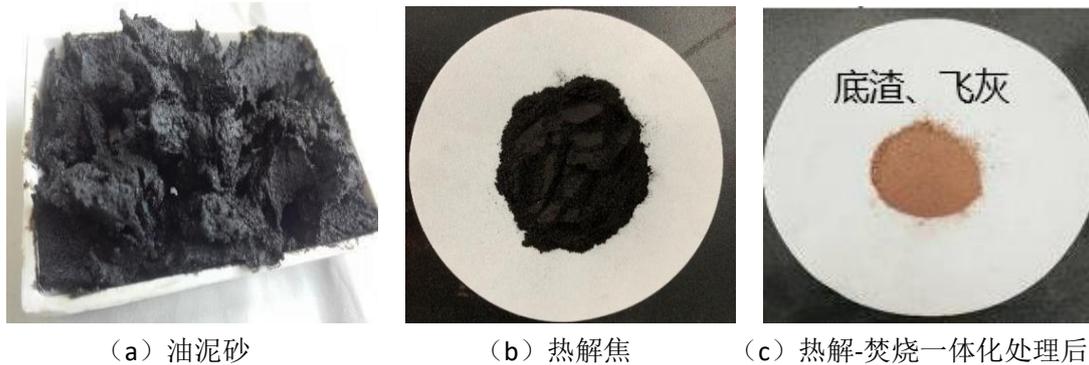


图 3 热解-焚烧一体化效果对比图

项目实施过程中将积极与企业沟通，共同搭建含油泥砂综合处置示范基地，并请相关机构进行技术鉴定、出具检测报告，积极向环保部门、相关石油石化企业进行宣传和交流，带动含油危废大规模无害化处置工艺和设备的开发。

项目组成员主要从事气固两相流动分离、固体废弃物处置、环保设备装置开发等研究工作，近年来借助国家自然科学基金、山东省自然科学基金等相关研究课题，对含油泥砂萃取、热解、焚烧等方面有一定的研究基础，对将来在工程应用中存在的问题及发展趋势有较深刻的把握。项目组成员科研经历丰富，理论水平高，互相非常熟悉，配合比较默契，能够为项目的顺利进行提供有力的保障。

五、可行性分析

本项目提出的含油泥砂综合处置工艺属于无害化处置、无二次污染，处理后的固相中含油率及重金属含量、形态均满足相关的国家和行业最高标准。工艺完善，技术适应范围宽，可以处理多种含油泥砂。同时，可以回收油和水，实现资源化利用。选用高效设备，实现灵活组装，运行费用可控，运行费用较低。目前，含油泥砂被列为危险废弃物，必须进行无害化综合处置。

目前我国还没有一个对含油泥砂处理处置收费统一、明确和详细的规定。但是，很多地方都出台了相关处理补贴（800~1000 元/吨）。据统计，含油泥砂污染物处理市场规模每年在 1000 到 1500 亿元之间，按照设备投资为运营市场规模的 1.5 到 2 倍计算，治理油田含油泥砂所需的投资设备超过 1500 亿，而油气污染处理市场的整体规模，预计在 3000 亿元以上，市场前景巨大。项目组成员长期与胜利油田、新疆油田、辽河油田等油田企业合作，含油泥砂原料有保障。项目组成员所在的中国石油大学（华东）地处青岛，紧邻东营，沿海有较多炼化企业，这些条件都有利于项目的开展。

商业模式为：成立“油泥砂资源化处置”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油行业、电力、造纸、冶金等行业的应用。投资规模约在 1000 万-2000 万之间（不包括厂房投入）。预期两年年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与含油污泥处置相关企业及各类风险投资机构进行项目合作，

合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

中国石油大学多相流分离工程技术中心作为目前国内唯一长期专门从事气固、液固、气液、液液等多相分离技术与设备开发的科研机构，自成立(原华东石油学院“除尘组”)以来，长期致力于、石油、石化生产过程中的气固、液固、气液、液液分离技术及装备研究。近年来又逐步开始开展石油、石化企业废弃物(废气、废水、污泥、废渣)处置技术及装备开发。

石油、石化企业是各国能源领域的支柱产业，也是环境污染的重要来源。随着原油的日益重质化劣质化、油气资源来源的多样复杂化，油田、炼化企业生产过程中产生的废弃物(三废)量增加，环保压力日益加大。基于油气开采与加工过程中的废弃物处置问题，本方向重点针对以下内容开展研究：

- 1) 含油污水的深度处理与回用工艺及成套装备技术。
- 2) 含油泥砂处理工艺及成套装备技术。
- 3) 重污油(老化油)的脱水回炼工艺及成套装备技术。
- 4) 天然气脱硫工艺及成套装备技术。

开展环保工艺及装备技术研究与开发，不仅可以解决石油、石化企业的环境污染和生产安全问题，而且可以带来显著经济效益，如污水回用、污油回收等。

团队承担国家级、省部级课题 30 多项，发表 SCI/EI 文章 110 余篇；获省部级奖励 10 项；近 5 年授权发明专利 23 件，申请 27 件。

团队主要成员如下：

负责人：王振波 教授、博士生导师

顾 问：金有海 教授、博士生导师

成 员：孙治谦副教授,李强副教授,吕志凤副教授,刘兆增高级
工程师,朱丽云副教授、巩志强讲师

八、联系人及联系方式

技术转移中心:臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

石油/石化行业污水除油工艺及成套装备技术

二、成果简介

成果包括两项关键技术。

1、超重力液液旋流聚结分离技术

基于旋转流场中的超重力离心力场、多维梯度场（压力、速度、浓度、粒度、湍动能等梯度场）特征研究，解决了液液旋流场中的流场结构调控、相间定向迁移调控等关键技术问题，实现了旋转流场中相间分离与定向强化，先后形成了原油电脱盐污水预处理技术、原油电脱盐污水在线除油及原油就地回收回炼成套工艺及装备技术、油田（超稠油）污水旋流除油工艺及成套装备技术，成套工艺及装备技术具有分离性能稳定，适应性强，操作范围宽，结构紧凑以及运行费用低等优点，可广泛用于油田地面工程、石油炼制等污水除油领域。同时，该技术也可广泛应用于化工、环保等水处理领域。

在旋流聚结预处理基础上，进一步基于微气泡的强化浮油、移动床精细过滤除油装备技术实现污水的深度除油工艺处理过程。

2、油田采出水/回注水处理工艺设计及评价技术

包括悬浮物快速在线检测方法、回注水配伍性分析、注水水质井口达标控制策略、管线腐蚀/结垢趋势预测及控制技术。

三、先进性

成套技术具有完全自主知识产权，整体技术达到国际先进水平，旋流聚结分离器结构设计方面达到国际领先水平。相关技术先后获得8项专利，先后获得山东省机械工业协会、中国石油和化学工业联合会、中国机械工业协会、新疆自治区、科技进步二等奖、山东省机械工业协会科技进步奖。

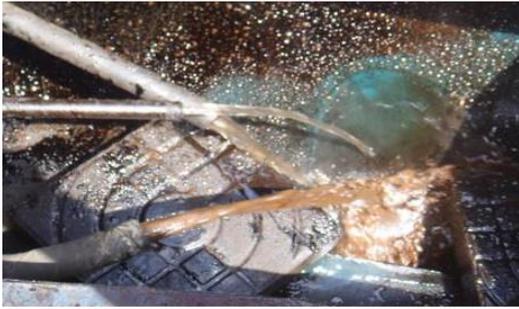
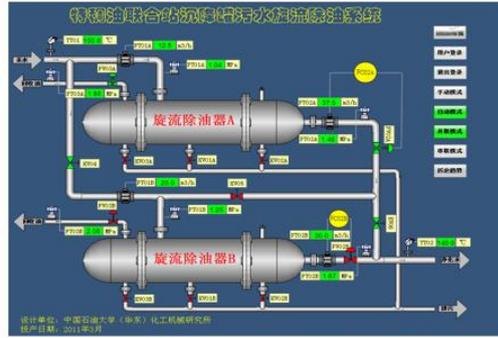




部分成果证书

四、成熟度

该技术历经二十多年开发，已处于成熟可推广阶段，开发出成套系列产品，包括原油电脱盐污水预处理技术、原油电脱盐污水在线除油及原油就地回收回炼成套工艺及装备技术、油田超稠油污水旋流除油工艺及成套装备技术等。



油田超稠油采出液污水在线预处理暨原油回收技术



炼厂电脱盐装置污水在线处理（原油就地回收回炼）技术

该技术已在长岭石化、九江石化、辽河油田、新疆油田、大庆中蓝石化等石油石化单位推广应用，污水处理效果优异，经济效益、环保效益非常显著。

五、可行性分析

长期以来污水除油的方法主要有重力分离法、粗粒化法、过滤法、

吸附法、浮选法、膜分离法、超声波法和生物法等，随着产出液成分越来越复杂，油水乳状液的稳定性及界面张力不同等问题，上述分离方法无法从根本上实现油水分离问题。本技术在深入剖析旋流器内部多维梯度场（压力场、速度场、浓度场等）基础上，开发了新型结构的旋流分离器；实现油水体系与分离器结构、系统控制参数的优化配合，达到了含油污水在线密闭出油、原油就地脱水回炼的目的，大大降低了加工损失、减少了后续环境污染和重污油产生。目前，国内并无相关企业具有成熟成套处理技术及自主知识产权产品，无法满足不同工况条件下的个性化需要。

商业模式为：成立“污水除油工艺及装备”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油、石化、化工、环保等行业的应用。投资规模约在 1000 万-2000 万之间（不包括厂房投入）。预期三年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与污水处理相关企业及各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

1、团队组成：中国石油大学（华东）多相流分离工程技术中心共有教师 7 人，教授 2 人，高级工程师 1 人，副教授 3 人，讲师 1 人。

2、研究方向：国内最早成立的专门从事气固、液固、气液、液液等多相分离技术与设备开发的科研机构，长期致力于石油、石化、电

力、煤炭、环保等行业领域的气固、液固、气液、液液分离工艺及装备技术研究，近年来又逐步开展石油、石化废弃物（废气、废水、污泥、废渣）处置、资源化利用技术及装备开发。整体技术水平居于国内领先、国际先进水平，部分成果达到国际领先水平。

3、科研成果：在固相振动筛分、气液旋流聚结分离、液液旋流聚结分离、离心/过滤分离、污油泥热解、高频脉冲电分离、反应分离一体化等技术领域形成了自己的特色，发表相关论文 200 余篇，取得相关专利 70 余项；先后获中国石油和化学工业协会、中国机械工业协会、青岛市、新疆自治区科技等科技奖励 16 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

污油泥高效抽送及快速脱液装置

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术是以圆盘密封螺旋泵（图 1）及多管式自清洁甩干机（图 2）为核心，发展的污油泥抽送及分离一体化装置。该装置应用自驱动盘式密封螺旋泵实现海上溢油的回收及现场高粘度污油、含油污泥和市政含水污泥的抽送、收集，并依托多管式自清洁离心机的机械分离和专用添加剂技术实现污油泥的无害化、减量化和资源化处理，同时减少含油污泥和含水污泥的含液率，达到污泥运输条件，并从中回收油品，实现节能和环保的要求。通过圆盘密封螺旋泵、自驱动盘式密封螺旋泵，及后续拟开发的多管式自清洁离心机等单体设备以及污油、含油污泥在线分离装置的商业销售和含油污泥现场预处理服务，实现利润回报。可广泛适用于石油炼化、溢油回收、市政污泥、钢铁造纸等行业污油泥的无害化和减量化处理。同时，该技术也可推广应用于钻井液固控行业等需要油泥沙分离处理领域。



图 1 圆盘密封螺旋泵



图 2 多管式自清洁甩干机

三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

该技术打破了国外技术壁垒，实现了技术创新，技术国际领先，申请了多项发明专利，具有自主知识产权，获得 2019 年中国博士后创新创业成果大赛金奖。





四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

圆盘密封螺旋泵技术历经近五年开发，已处于小批量试产阶段，开发出成套系列产品，并已在胜利油田开展现场试验，应用效果良好。



多管式自清洁甩干机技术经过多年研发，已开发设计3代样机，并开展了泥沙脱液分离试验，试验结果验证设备实现了滤网上颗粒的自团聚和滤网的自清洁，和自动排料，固液分离效果好，目前拟开展小批量试产。



五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

目前，国内外还没有成熟的含油污泥预处理装置；污油、污水及污泥的抽送泵仍为普通的单螺旋泵或凸轮转子泵，这些泵使用寿命短，磨损严重，单位重量排量小，不能实现快速抽送和处理的要求，且对于大颗粒固体杂质的吞吐能力弱。鉴于泵送装置的上述缺陷，目前大多数炼化企业含油污泥及污水处理厂市政含水污泥的清理大都是靠人工实施，劳动强度大，工作环境恶劣，危险性大，急需一种污油泥在线抽送和脱液装置。故，本项目的市场需求巨大，产业化前景广阔。

商业模式为：成立“污油泥高效抽送及快速脱液装置”研发

与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油炼化、溢油回收、市政污泥、钢铁造纸等行业的应用。投资规模约在 100 万-300 万之间（不包括厂房投入）。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：流体动力技术团队共有教师 2 人，其中副教授 2 人，高级工程师 1 人，西海岸新区优秀青年人才 1 人。

2、研究方向：回转式流体机械型面优化、流体机械内部流动、压缩机及其系统、制冷及热泵技术、新型高效分离设备开发设计、流体机械开发设计、节能环保技术与装备、先进能源系统开发等。

3、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 10 余项；在国内外著名刊物发表论文 60 余篇，其中 SCI 收录 20 余

篇；获国家发明专利 30 余项，实用新型专利 10 余项；获省部级奖励 2 项、博士后创新创业大赛金奖 1 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

重大承压设备焊接形性调控关键技术

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

针对大型承压设备焊接残余应力调控难题，该技术攻克了焊接残余应力计算、测试和调控三个关键技术难题，奠定了重大承压设备残余应力调控的理论基础，建立了承压设备主副加热局部热处理方法，形成设计、评价、调控三类核心技术，制定了《承压设备主副加热局部热处理规范》，解决了核电钢制安全壳、EO 反应器、PTA 压滤机、加氢反应器、超限塔器等重大装备因残余应力与变形过大导致开裂的制造难题。该技术可应用于各类核电、石化行业大型承压设备制造，也可扩展应用于电力、医药、航空航天等行业承压设备制造。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术处于国际先进水平，发表论文 30 余篇，授权发明专利 20 余项，具有自主知识产权，获得 2019 年中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

该技术历经近十年研发，已处于成熟阶段，目前已成为承压设备制造核心技术，典型应用成果如下：(1) 利用筋板加固变形控制技术解决直径超大导致热处理开裂的难题，解决 CAP1400 钢制安全壳热处理开裂难题；



(2) 突破厚壁 347 不锈钢管道稳定化局部热处理的世界难题，利用电磁感应加热和步进式多点分区局部热处理温度调控方

法，将温差控制在 30-40℃，内壁温度大于 850℃，脱离敏化温度区间，避免再热裂纹产生，解决了 347 不锈钢稳定化热处理存在的国际难题，已在国内单系列规模最大装置——天津石化 260 万吨渣油加氢装置项目成功应用。



五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

残余应力本质安全调控是实现大型承压装备制造、保障承压装备安全运行的关键科学技术问题。需要系统地研究重大承压装备残余应力本质安全调控方法，突破大型承压装备制造中的焊接形性调控的关键科学问题与技术瓶颈，实现我国大型承压装备的高可靠性制造。目前，国内、外均无有效调控内壁残余应力的承

压设备制造方法。课题组研发的大型承压设备局部热处理制造规范是目前国内外唯一的可原位调控内壁焊接残余应力的方法，显著提高了承压设备的制造效率和安全性。

商业模式为：成立“大型承压设备残余应力调控”研发与制造企业，实现该技术的产业化，拓展该技术在石油化工行业、电力、核电等行业的应用。投资规模约在 1000 万-3000 万之间。预期两年内可创产值上亿。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求装备制造企业进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

能源与化工装备安全研究团队面向石油、化工、核电、航空航天等工业领域，从事能源与化工装备的设计理论与先进制造技术、高温强度和寿命评价技术、腐蚀与防护、失效分析与预防、材料与结构力学行为等方面的研究。在焊接残余应力的计算与测试、高温设备的损伤与破坏、失效分析、腐蚀与防护、换热器强度设计理论及钎焊制造技术方面取得了显著成绩。



团队负责人
蒋文春教授、博导
jiangwenchun@upc.edu.cn

教授、博士生导师。教育部青年长江学者、泰山学者特聘专家、山东省杰青。主要研究方向为能源与化工装备先进设计、制造与安全。主持国家重点研发计划、国家自然科学基金等国家重大课题 10 余项。发表 SCI 论文 100 余项，授权发明专利 20 余项。获中国石油和化学工业联合会科技进步一等奖（1/15）、技术发明一等奖(2/5)、青年科学技术突出贡献奖各 1 项，获中国石油和化学工业联合会优秀教材奖一等奖、山东省技术发明三等奖和十一届山东省青年科技奖。现任新能源学院副院长、同时兼任中国化工学会化工机械专业委员会委员、机械工程学会材料分会高温强度委员会委员、中国材料研究学会疲劳分会第五届理事会理事、山东省压力容器学会常委副主任委员。

团队成员：教授 2 人，副教授 3 人，讲师 4 人，在读博士生 12 人，在读硕士生 34 人。

研究方向：

能源和化工装备设计理论
能源和化工装备安全
高温强度与寿命评价

能源和化工装备先进制造
结构完整性评估技术
疲劳强度和寿命评价

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

便携关节式坐标测量机

二、成果简介

便携关节式坐标测量机由旋转关节和连接杆件组成，是一种**柔性精密坐标测量系统**。相比于传统正交坐标测量机体积庞大、价格昂贵、对环境要求高、不利于携带、搬迁、不便于在生产现场进行在线测量、一般只能应用于精密测量室的缺点，**该坐标测量系统具有测量范围大、灵活、轻便、易于搬运等优点，可广泛应用于航空、航天、汽车制造、模具检测、逆向工程等领域**。融入加工生产线，为企业进行复杂制造过程的规划、运作、控制和优化提供技术保障。便携关节式坐标测量机在国内的市场全部被国外公司占领。该类产品市场较大，价格昂贵（每台售价 40-100 万元人民币）。目前我国对关节类坐标测量机的年需求超过 20 亿元，随着制造业的升级，汽车制造业、机械制造、模具加工、高端装备等领域对关节类坐标测量系统提出更广泛的应用需求。

三、先进性

项目组在 4 项国家自然科学基金和国家重大科学仪器设备开发专项（2013 年立项）支持下，经过 15 年攻关，攻克关节式坐标测量机多参数建模、快速标定方法、关节位置误差补偿、数据处理与通讯、扫描测量与逆向工程及结构设计和加工工艺等关键技术，研制出具有自主知识产权的四代便携关节式坐标测量机，技术成熟度 7 级以上。加强工程化研发，建立质量保障体系。掌握全部关节式坐标测量机理论支撑体系，制造超过 10 台工程化关节式坐标测量机。目前已经拥

有全部生产工艺文件和可靠性保障手段，已经实现 3 台测量机的销售。为实现国产仪器的替代奠定了基础。图 1 为测量机的设计外观图，图 2 是项目研发的不同测量范围的多款测量仪器。

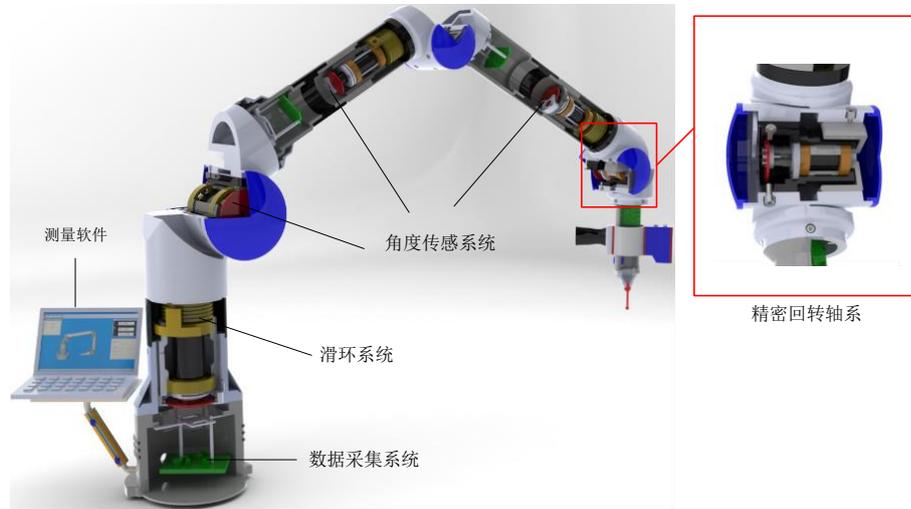


图 1 测量机外观示意图



图 2 多型号便携式 6 自由度非正交坐标测量机

项目取得的成果：

- 1) 一套关节式坐标测量机理论支撑体系；
- 2) 获批授权发明专利 15 项；
- 3) 获中国仪器仪表学会科学技术一等奖（2019 年）、安徽省技术发明二等奖（2019 年）。

四、成熟度

项目成果已经进行了小批量市场应用推广。成果拥有全套关节式

坐标测量机理论支撑体系和核心技术、同时进行了必要的可靠性试验、掌握项目成果工程化必须的工艺文件和辅助支撑条件。小批量市场推广应用单位包括 JAC 江淮汽车、奇瑞汽车、上海力信测控技术有限公司、国家大科学工程 EAST 核聚变大型装置高精密测试、上海光源精密测量等。主要实现对汽车制造公司模具、焊接夹具、人机工程测量、盾构机关键尺寸测试、飞机钣金件和舱门关键零部件测量等领域。



图 3. 技术成果在大科学装置及汽车和飞机制造中的现场应用

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

便携关节式坐标测量机在国内的市场全部被国外公司占领。该类产品市场较大，价格昂贵（每台售价 40-100 万元人民币）。目前我国对关节类坐标测量机的年需求超过 20 亿元，随着制造业的升级，汽

车制造业、机械制造、模具加工、高端装备等领域对关节类坐标测量系统提出更广泛的应用需求。

本项目成果属于光、机、电、算、控等多学科交叉的技术成果。未来通过市场产业化，可以实现国外产品的替代。投资规模在 2000 万元-3000 万元。预计五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与仪器或智能传感类高端装备制造企业及相关风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

团队负责人于连栋教授 2017 年获批国家百千万人才工程人选、授予有突出贡献中青年专家、享受国务院政府特殊津贴。目前任职中国石油大学（华东）控制学院院长。在精密仪器及机械、仪器精度理论及应用领域拥有丰富经验。主持国家重大科学仪器设备开发专项项目、国家基金委重大科研仪器研制项目、高等学校学科创新引智计划（111 计划）项目、科技部重点研发计划国际合作项目（2020 年）等多项重大项目。团队核心成员李维诗教授是从英国卡迪夫大学引进的黄山特聘教授，在复杂外形检测与反求工程、计算机辅助几何设计方

面拥有丰富经验。团队核心成员夏豪杰教授在测试计量技术及仪器、自动光学检测以及光栅功能元器件等技术领域拥有丰富经验。团队核心成员张进教授师从天津大学叶声华院士，从事机器视觉相关测量技术研究。团队其他成员拥有光学和电路等方向优势，各成员间专业互补，具有很好的专业紧密性。

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzeweii88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

项目负责人: 于连栋 13856061480 liandongyu@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于文丘里管差压数据的气液两相流参数测量方法

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术应用文丘里管测量气液两相流参数。包括如下步骤：
1) 应用差压传感器测量文丘里管上部差压波动信号；2) 根据差压信号的概率密度函数将差压信号分为低差压部分与高差压部分；3) 计算差压信号的特征值；4) 根据关系式计算气液两相流流量与含气率。优点在于无需进行气液分离，仅基于文丘里管的差压信号分布特征即可实现气液两相流参数的测量。测量装置成本低，计算简便，实时性好，参数测量精度高。适用于气液两相流多参数的测量。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术申请了多项发明专利，具有自主知识产权。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

基于文丘里管差压数据测量气液两相流参数的测量装置，包括计量管道 (1)、压力传感器 (2)、文丘里管 (3)、差压传感器 (4)、A/D 转换卡 (5) 和计算机 (6)。

基于文丘里管差压数据测量气液两相流参数的测量装置如图 1 所示，在计量管道 (1) 上依次设有压力传感器 (2)、文丘里管 (3)，差压传感器 (4) 与文丘里管 (3) 相连，A/D 转换卡 (5) 与压力传感器 (2)、差压传感器 (4) 相连，计算机 (6) 与 A/D 转换卡 (5) 相连。

基于文丘里管上部差压信号测量气液两相流参数，包括如下步骤：

差压信号测量：应用差压传感器测量 T 时间内文丘里管上部

差压波动信号 ΔP ，其中 $T \geq 2$ 秒，采样频率为 1000Hz；

差压信号分界：计算 ΔP 的概率密度函数，取概率密度函数的波谷为分界点 S，将 ΔP 分为低差压部分 ΔP_L 与高差压部分 ΔP_H ；

计算特征值：根据 $R_{HL} = \frac{N_H}{N_L}$ 计算 R_{HL} ，其中 N_H 为高差压部分 ΔP_H 的数据点数， N_L 为低差压部分 ΔP_L 的数据点数，并计算高差压部分 ΔP_H 的方差 V_H ；

根据关系式 $Q_{liq} = \frac{1}{\beta_1} \ln(\frac{R_{HL}}{\beta_0})$ 计算液体流量 Q_{liq} ，根据关系式 $\alpha = \frac{1}{\theta_1} \ln(\frac{V_H}{\theta_0})$ 计算含气率 α ，其中 β_0 ， β_1 ， θ_0 ， θ_1 根据实验数据离线确定，根据 $Q_{gas} = \frac{Q_{liq}}{\frac{1}{\alpha}-1}$ 计算气体流量 Q_{gas} 。

图 2 为文丘里管差压信号采集位置示意图；图 3 为文丘里管差压信号采集位置剖面图。

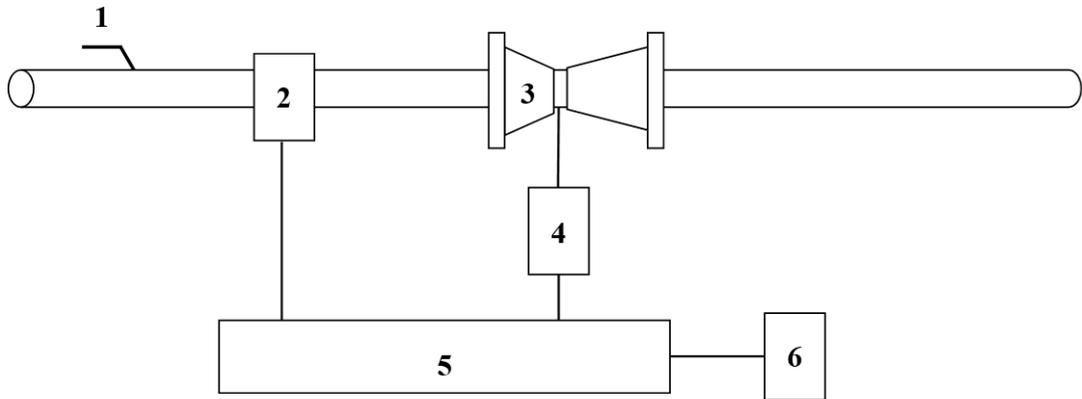


图 1

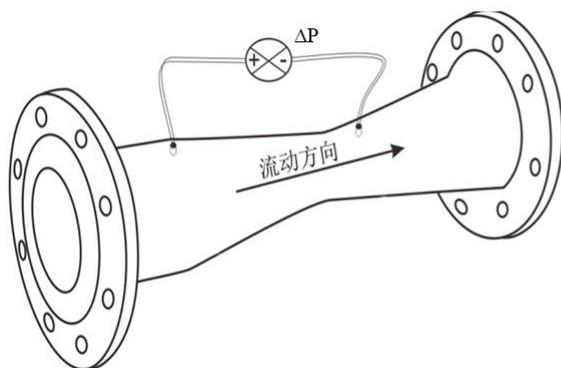


图 2

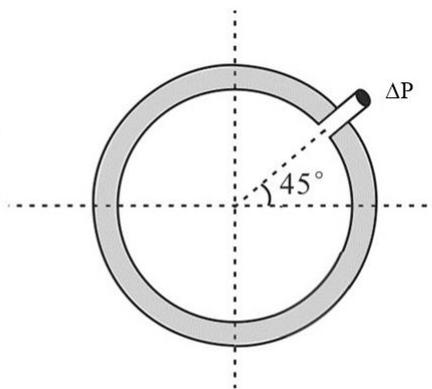


图 3

五、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

六、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

控制科学与工程学院：王老师

电话：18661889972

邮箱：wangww@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于因子分析的海底地貌类型分类器

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该技术为基于因子分析的海底地貌类型分类器。包括：1) 根据海底深度测量数据计算深度分布特征，包括偏度、峰度、海底深度标准差、海底深度差异熵、海底粗糙度和海底深度变异系数；2) 将深度分布特征作为原始变量，应用因子分析方法提取地貌因子；3) 根据地貌因子，应用支持向量机设计地貌类型分类器；4) 计算待识别地貌的深度分布特征值和地貌因子，应用设计的分类器识别地貌类型。具有方法简单、计算量小、识别准确率高、节约人力等优点。适用于海底地貌类型识别。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该技术申请了多项发明专利，具有自主知识产权。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

应用地形深度分布特征表征地貌的空间结构特点，应用因子分析方法提取反映地貌类型的地貌因子，应用支持向量机建立地貌类型分类器，实现地貌类型识别。具有方法简单、计算量小、识别准确率高、节约人力等优点。适用于海底地貌类型识别。

包括如下步骤：

(1) 海底深度分布特征计算：

分别根据 $m_1 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2}$ 、 $m_2 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2\right)^{\frac{3}{2}}}$ 、

$$m_3 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z_i - \bar{z})^2\right)^2}、 m_4 = -\sum_{i=1}^n p_i(z) \log p_i(z)、 m_5 = \left| \frac{m_1^2}{\bar{z}} \right|、 m_6 = \frac{m_1}{\bar{z}}$$

计算待识别区域的海底深度标准差 m_1 、偏度 m_2 、峰度 m_3 、差异

熵 m_4 、粗糙度 m_5 、变异系数 m_6 ，其中， $p_i(z) = \frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i}$ ， $D_i = \frac{|z_i - \bar{z}|}{\bar{z}}$ ，

z_i 为待识别区域内第 i 个测量点处的海底深度值， $\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i$

为海底深度平均值， $i=1,2,3,\dots,n$ ， n 为待识别区域内测量点数；

(2) 地貌因子提取：

原始变量为 m_1 、 m_2 、 m_3 、 m_4 、 m_5 和 m_6 ，标准地貌为 A_r ，应用因子分析方法提取原始变量的公共因子 f_r ，各公共因子的方差贡献率为 λ_r ，若满足 $\sum_{s=1}^j \lambda_s \geq \theta$ ，则 f_s 为地貌因子，其中，

$l=1,2,3,\dots,k$ ， $r=1,2,3,\dots,t$ ， $s=1,2,\dots,j$ ， k 为地貌类型数，根据训练数据确定， t 为公共因子数， f_s 、 λ_r 、 t 根据因子分析确定， θ 为阈值，在程序参数中设定， j 为地貌因子数；

(3) 地貌类型分类器设计：

根据地貌因子 f_s ，应用支持向量机确定地貌类型分类器；

(4) 地貌类型识别：

计算待识别地貌的深度分布特征值 m_1 、 m_2 、 m_3 、 m_4 、 m_5 和 m_6 ，提取地貌因子 f_s ，根据步骤 (3) 得到的分类器确定待识别地貌的类型。

图 1(a) 至图 1(e) 分别为海底台地、冲沟、滑坡、隆起、水道这 5 种地貌类型的地形图；图 2 为辨识结果。

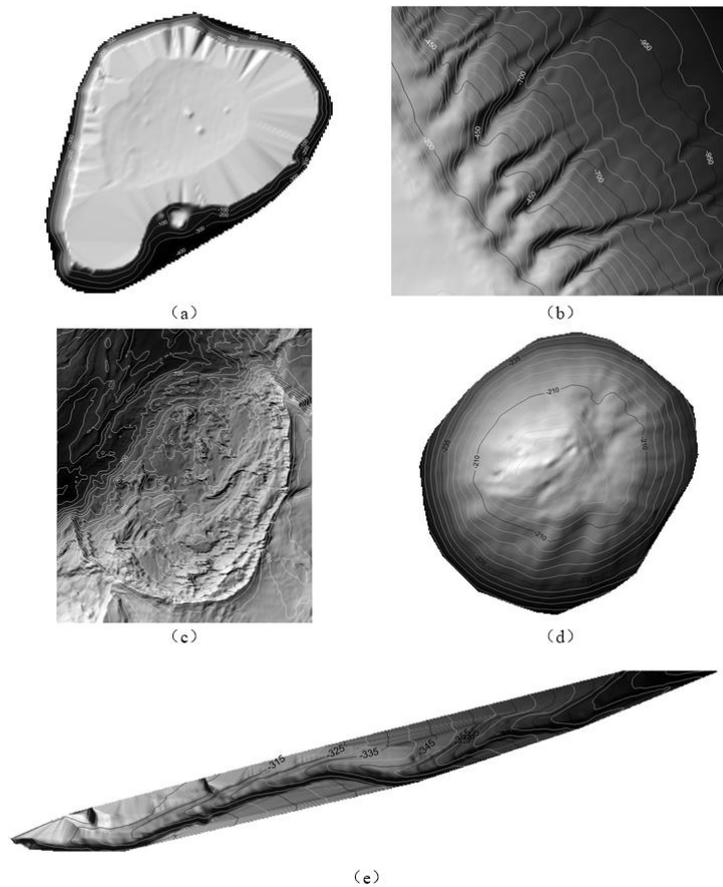


图 1

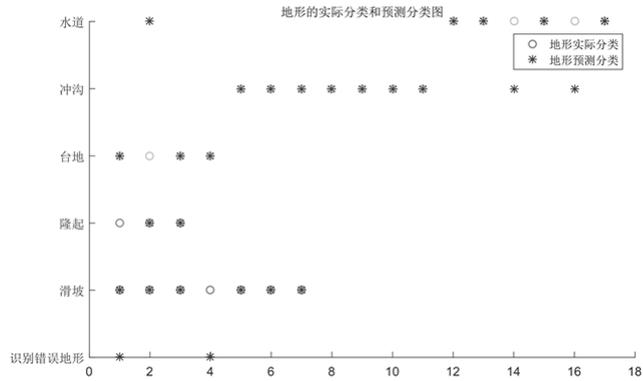


图 2

五、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

现缺少市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

六、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

控制科学与工程学院：王老师

电话：18661889972

邮箱：wangww@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

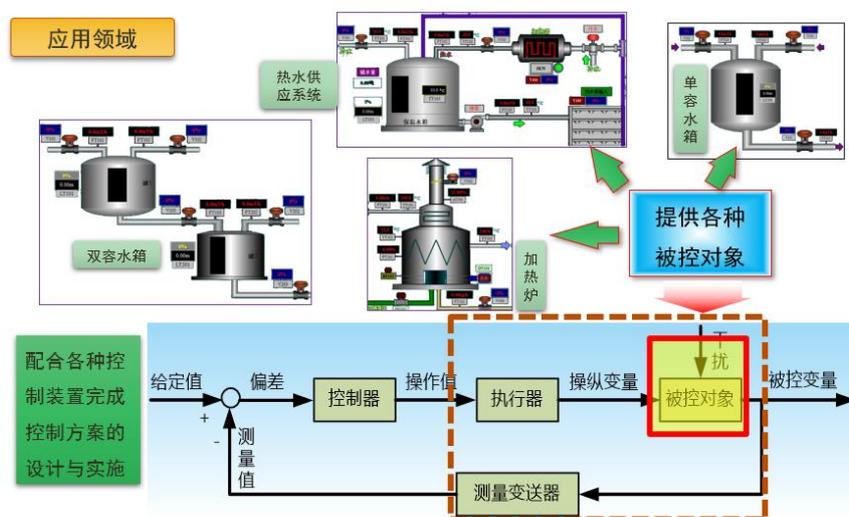
自动化仿真实验系统

二、成果简介

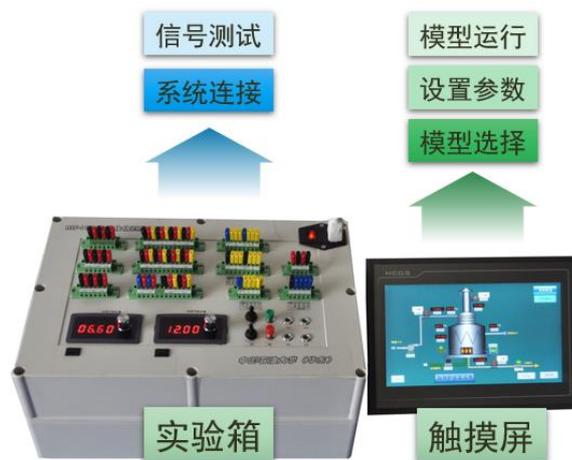
（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

目前各高校自动化类专业实验室大多配置全实物的仿真装置，都存在仪表维护量大，损坏较多的问题。我们开发的自动化仿真实验系统具有体积小、重量轻、方便携带、显示直观形象、使用灵活、无需维护的优势。

自动化仿真实验系统属于半仿真的实验系统，是为自动化相关专业的专业课和实践教学环节提供多种虚拟仿真的被控对象，包括储罐、加热炉、热水供应系统、换热器、蒸发器、分离器、管道等生产装置。



该实验系统不仅能模拟各种生产装置的运行过程，并带有模拟量、开关量输入和输出接口，模拟变送器、执行器、电磁阀、开关等的输入和输出，可与集散控制系统(DCS)、可编程控制器(PLC)、数据采集卡等配合，完成简单或复杂控制方案的设计与实施。



本系统体积小、重量轻。总重量低于 10kg，无需安装，方便携带。可用于课程的实验、综合实践、毕业设计等教学环节。



三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，

建议图文并茂)

自动化仿真实验系统不仅能完成多个生产装置的模拟,还具有硬件的输入输出接口,能够保证实验和实践教学的多样性,更能够锻炼学生的动手能力,完成系统连接等操作。相比国内同类型的设备,本系统具有体积小、重量轻、无需安装和维护、使用灵活方便、成本低等优势。目前正申请多项发明专利,具有自主知识产权,在2019年教育部高校自动化类专业青年教师实验设备设计“创客大赛”中获得控制理论组的银奖。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等,可附图片)

该系统已于2018年开始试用,目前已在“过程控制仪表与装置”、“过程控制工程”、“可编程控制技术”等课程的实验教学环节中使用,并在毕业设计和综合实验等实践环节中应用。

该系统的使用加强了学生对实际生产装置和生产过程的直观认识，并通过控制方案设计、仪表选型、系统连接、编程调试、控制参数整定、经济核算等过程对学生进行全面完整的工程实训，不仅可以提高学生专业的设计和开发能力，更能实现对学生非技术因素的培养。

目前已试用的教学环节包括：

1)“过程控制仪表与装置”课程实验，限选，电子专业 15 级、16 级，共 12 人，32 学时，2018 年 9 月-11 月、2019 年 9 月-11 月

①实验 1 数字调节器的使用，2 学时

②实验 2 PLC PID 指令及组态软件使用，8 学时

2)“油气田自动化”课程实验，吐哈油田培训，20 人，2019 年 3 月-5 月

①实验 2 PLC 和组态软件的使用 15 学时

3) 毕业设计，2019 年 3 月-6 月

2015 级自动化专业，李良祯、陈畅、丁宁等 3 人使用，毕设题目为：

①基于 PLC 的宾馆热水供应控制系统的设计与开发，陈畅，自动化 1502

②加热炉控制系统的设计与开发，李良祯，自动化 1502

③数字调节器的设计与开发，丁宁，自动化 1501

4)“可编程控制技术”课程实验，吐哈油田培训，20 人，2020

年 8 月

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

实验教学是工科院校人才培养必不可少的一个环节，不仅有助于理论知识的理解和应用，更是在培养学生实践能力和创新能力等方面发挥着巨大作用。在自动化类专业的实践教学中，被控对象是必不可少的，尤其目前在工程专业认证中特别强调了对复杂工程问题的分析和解决，这些都对被控对象的复杂性、灵活性和多样性提出了更高的要求。目前现有的被控对象主要有全实物仿真装置、半实物仿真装置和全软件仿真装置。全实物仿真装置直观形象，但是占地面积大，接线固定，无法移动，且维护量大，仪表和器件容易损坏，故障率高。半实物仿真装置价格昂贵，同样也是体积庞大，不便于移动，使用灵活性差。全软件的仿真装置需占用一台计算机，成本高，且没有输入输出接线，导致学生的动手能力难以得到训练。

基于上述的局限性，我们自行研制开发了以可编程控制器（PLC）和工业触摸屏为核心的便携式自动化仿真实验系统，总体成本低，主要是向高校、高职等教学单位推广。

商业模式为联合实施，由本团队提供硬件设计方案、图纸和核心程序，企业完成各部分硬件的购买、组装和电路的连接。

投资规模 5 万左右（不包括厂房投入）。预期 1 年内可创产值

一百万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产企业和市场推广团队，因此期望寻求与仪器仪表制造企业进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、联合实施或协商等途径。

七、团队简介

（建议图文并茂）

1、团队组成：副教授 4 人，讲师 2 人。

陈鸿龙：副教授，研究方向为控制理论和无线传感网络技术

孙良：副教授，研究方向为检测技术与自动化装置的研制和开发

王钊：副教授，研究方向为系统仿真和控制理论

杨明辉：讲师，研究方向为系统仿真和控制理论

张晓东：副教授，研究方向为系统仿真和控制理论

涂玲：讲师，研究方向为检测技术与自动化装置的研制和开发

2、科研成果：承担国家自然科学基金及省部级科研项目 10 余项；在国内外著名刊物发表论文 200 余篇，其中 SCI 收录 60 余篇，EI 收录 90 余篇；获国家发明专利 20 余项，实用新型专利 5

项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

控制科学与工程学院：孙老师

电话：13780689870

邮箱：sunl@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

一种基于小波包分解的电厂设备故障检测方法

二、成果简介

利用已有的状态检测模型得到假设输出于实际状态数据间的差值；然后利用滑动窗口将插值数据分割成一个个的子模式，再将分割后的子模式作为故障检测模型的输入进行小波包分解，对分解后的信号进行分析，并记录信号再各个频段上的能量占整个信号的能量的比例的阈值上下限；最后根据经小波包分解后各频段的能量比例作为判断故障状态的特征。该技术可以精确的检测电厂设备故障，准确的识别故障特性。

三、先进性

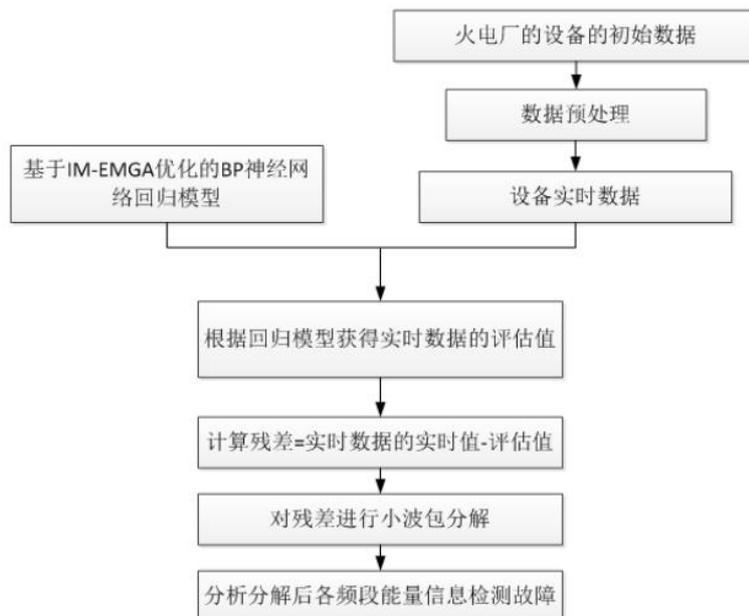
该技术属于国内先进水平，申请了发明专利，具有自主知识

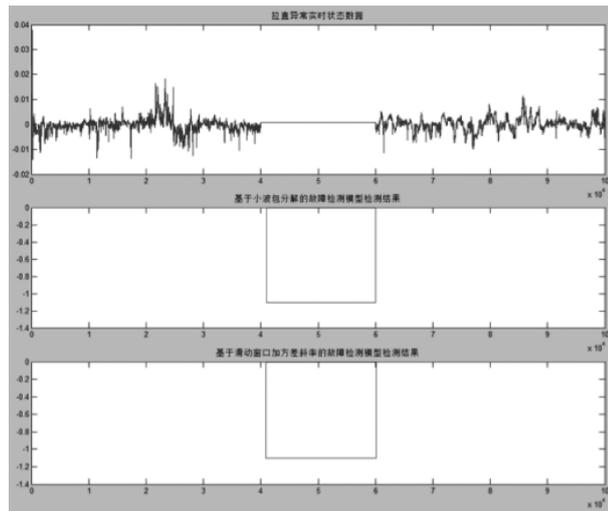
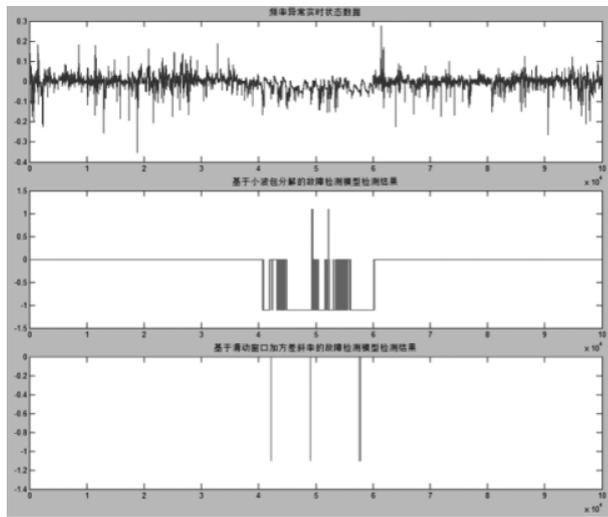
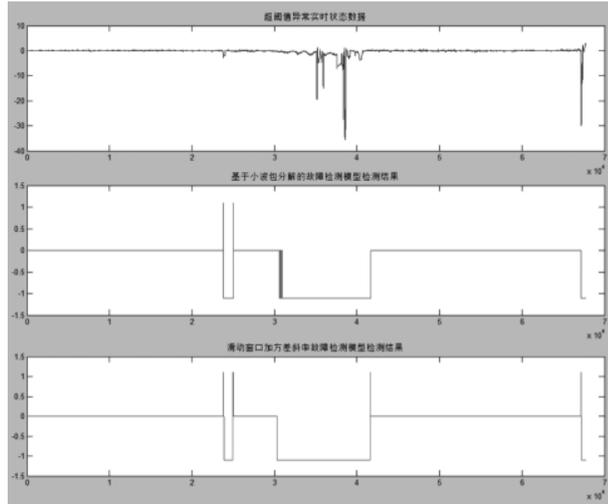


产权。

四、成熟度

这项技术的开发历经多年，现在已经非常成熟。





五、可行性分析

电厂设备故障检测技术的研究，重点关注设备状态的监测技术和早期故障的识别技术，建立以状态监测为主，故障检测为辅

的设备智能预警系统。由于电厂设备工作状态的复杂性，并不是所有的设备测点都能够通过状态监测技术发现明显的劣化趋势，为了保证设备正常可靠的运行，故障检测技术必不可少。

故障检测就是通过各种检查和测试方法，在数据集中区分正常数据状态的异常数据状态的过程。故障检测的问题在于如何通过正常数据集建立模型，选择合适的特征参数精确的识别出异常数据。

目前故障检测方法主要有以下三种：基于解析模型的故障检测、基于知识的故障检测和基于信号处理故障检测。基于解析模型的型是按照检测对象建立一个精确的数学模型，当其处于正常的状态时，模型的输出在一个稳定的范围内，当其进入异常状态时，模型的输出会超出正常范围。基于知识的故障检测方法不需要为检测对象构建精确的数学模型，该方法通过添加检测对象的大量信息，充分利用专家诊断信息对故障进行检测，在很多领域尤其是非线性系统中得到广泛应用。基于信号处理的故障检测方法常用于检测对象状态复杂无法建立系统的数学模型，同时在时域上无法精确的发现故障场合。该方法的优点是规避了构建系统数学模型的难点，转而利用信号模型检测故障。常用的模型有高阶统计量和相关函数、自回归滑动平均过程以及小波分解技术等。

由于电厂设备的工作状态复杂，很难用精确的数学模型表征，但是电厂设备故障的发生不是一个突变的过程，而是从轻微到严重、从不频繁到频繁，数据异常化逐渐加剧过程。所以可以基于

数据挖掘的理论方法，利用智能算法在故障初期及时检测到故障的发生，但是电厂设备数据在时域上较难发现故障初期的细微特征。

六、产业化实施路径

缺少稳定的合作方，缺少稳定的市场推广团队、后续供给开发和维护的资金投入，因此期望寻求与高端 IT 开发公司、市场推广团队以及各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

1、团队组成：能源大数据与软件技术创新团队共有教师 5 人，其中副教授 3 人，讲师 2 人。

2、研究方向：致力于石油石化、电力等能源行业大数据和智慧城市海量数据的采集与智能处理的理论研究与应用。主要研究方向有大数据智能处理，领域数据工程、知识图谱，彩色融合图像质量评价，数据获取与评价，数据驱动等。

3、科研成果：能源大数据与软件技术创新团队近年共承担科研项目 30 余项，其中国家自然科学基金 1 项，国家科技重大专项 1 项、山东省重点研发计划 1 项，山东省自然科学基金 2 项，其它纵向、横向课题 20 多项。



负责人

龚安，副教授，硕士生导师，主要研究领域为：大数据智能处理，主持和参与科研项目 50 多项，曾获学院“科研经费突出贡献者”荣誉称号和教育部科学技术进步奖一等奖。

团队成员



孙士明 副教授 硕导



李华昱 副教授 硕导



张晓东 讲师 硕导



高绍姝 讲师 硕导

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

计算机科学与技术学院：龚老师

电话：13375571170

邮箱：19930048@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于改进 BP 神经网络的电厂设备的状态监测方法

二、成果简介

该方法是一种基于改进 BP 神经网络的电厂设备的状态监测方法。针对电厂设备状态的复杂性、设备种类的多样性和设备数据的实时性和复杂性，采用遗传算法对 BP 神经网络进行优化，减少计算时间，并提出了一种基于个体迁移-扩展机制的遗传算法(IM-EMGA)，在保证收敛到全局最优解的同时加快了收敛速度，最后利用优化后的 BP 神经网络进行状态监控，从而能够及时发现故障发生的预兆，避免停机现象。该方法可广泛适用于电厂设备的状态监测领域。同时，该方法也可广泛应用于即时性强、复杂性高的工厂设备状态监测领域。

三、先进性

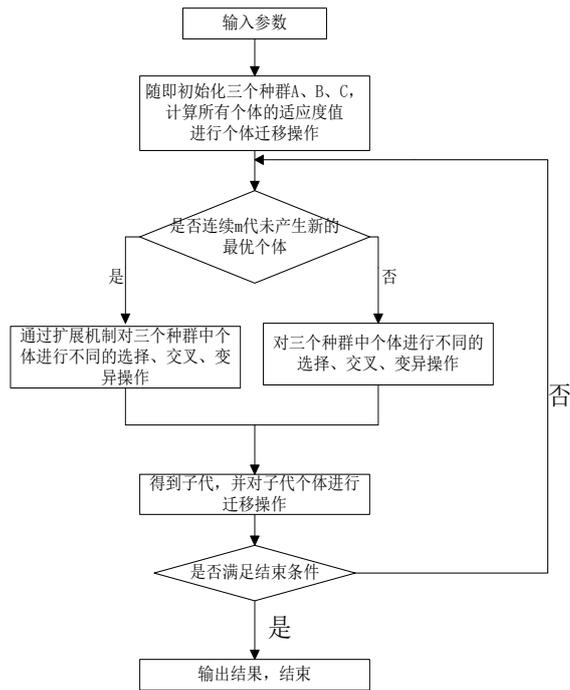
该方法处于国内先进水平，申请了一项发明专利。



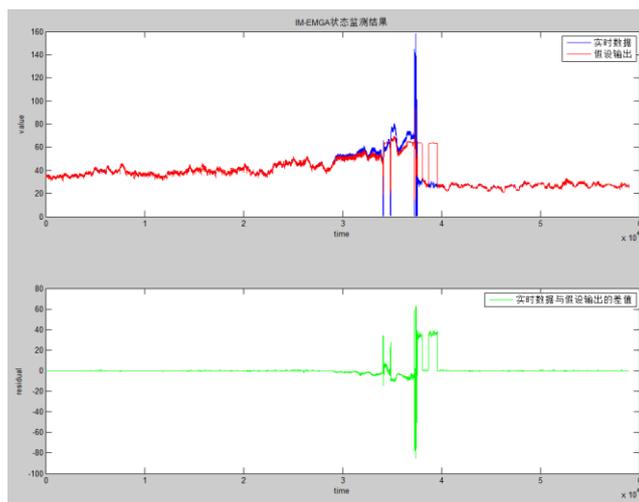
四、成熟度

该方法历经近三年开发研究，已处于成熟阶段，开发出电厂设备的状态监测方法，尤其涉及一种基于改进 BP 神经网络的电厂设备的状态监测方法。

针对遗传算法早熟问题以及神经网络容易陷入局部最优解的局限性问题，通过采集电厂数据（包括历史数据和实时数据）作为数据源进行种群初始化和个体迁移，初始化后得到三个种群，对三个种群采取不同的选择方式和交叉操作即个体迁移，防止取得的电厂数据种群陷入局部最优。当陷入局部最优时，加入扩展机制，增强种群的多样性，使算法跳出局部最优解。



利用电厂数据进行电厂状态监测，由上图可以看出，设备正常运行时，实时数据与假设输出之间拟合度很高，两个数据的差值在 0 左右波动，当设备将要发生故障时，实时数据与假设输出之间的差值逐渐变大，此时就说明设备向着故障方向变化，应该及时的进行检修，防止故障发生，造成设备停机。由此得出，该算法有效地对异常变化进行了实时监测。



五、可行性分析

由于电厂设备的工作状态变化没有规律性，很难使用现有的

数学模型对其进行拟合估计。电厂设备的工作状态直接影响了电厂的工作运行，对电厂设备进行检测已成为电厂研究的重要问题。

神经网络具有优秀的非线性拟合能力，适合对复杂的工作状态进行拟合，但是它容易陷入局部最优解，每次拟合结果可能不尽相同，遗传算法可以处理任意形式的目标函数和约束，具有良好的全局寻优能力以及较快的收敛速度，然而遗传算法也存在早熟的现象。因此，现在需要发明一种方法，在解决遗传算法早熟问题的同时提高算法收敛到全局最优解速度，以此来满足电厂设备工况数据的精确性和实时性的要求。

商业模式为：成立“基于改进 BP 神经网络的电厂设备的状态监测方法”研究小组，实现该方法的产业化，扩展该方法在电厂中的应用。

六、产业化实施路径

现缺少稳定的合作基地、市场推广团队，因此期望寻求与各个电厂及各类市场推广机构进行项目合作，合作方式包括方法转让或许可、产品区域代理、市场推广代理、联合实施、协商确定等。

七、团队简介

1、团队组成：能源大数据与软件技术创新团队共有教师 5 人，其中副教授 3 人，讲师 2 人。

2、研究方向：致力于石油石化、电力等能源行业大数据和智慧城市海量数据的采集与智能处理的理论研究与应用。主要研

究方向有大数据智能处理，领域数据工程、知识图谱，彩色融合图像质量评价，数据获取与评价，数据驱动等。

3、科研成果：能源大数据与软件技术创新团队近年共承担科研项目 30 余项，其中国家自然科学基金 1 项，国家科技重大专项 1 项、山东省重点研发计划 1 项，山东省自然科学基金 2 项，其它纵向、横向课题 20 多项。



负责人

龚安，副教授，硕士生导师，主要研究领域为：大数据智能处理，主持和参与科研项目 50 多项，曾获学院“科研经费突出贡献者”荣誉称号和教育部科学技术进步奖一等奖。

团队成员



孙士明 副教授 硕导



李华昱 副教授 硕导



张晓东 讲师 硕导



高绍姝 讲师 硕导

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe188@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

计算机科学与技术学院：龚老师

电话：13375571170

邮箱：19930048@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于量体衣的图像多视角人体尺寸测量技术

二、成果简介

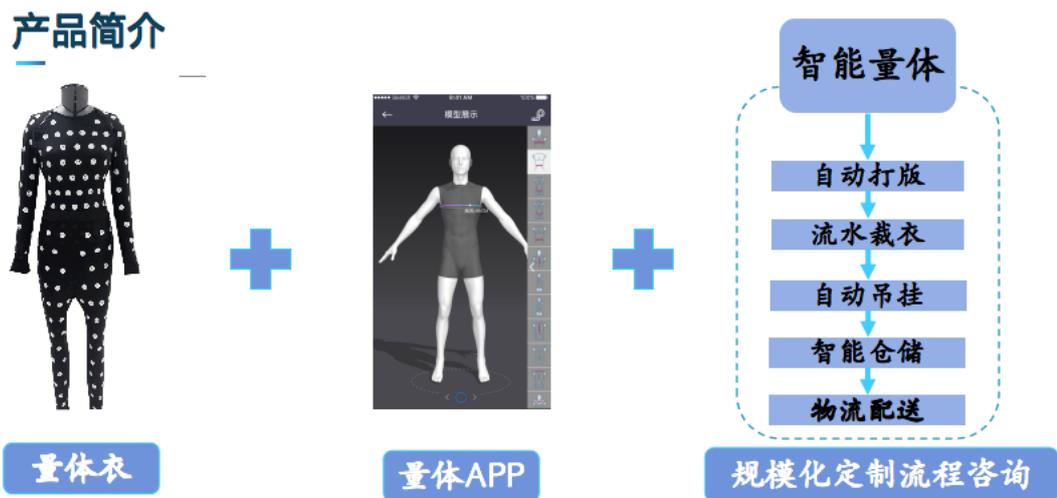
量体“智”衣，志在使用智能定制技术赋能服装制造。针对智能量体的方法，团队设计了一款低成本且带有易识别图案的智能服装，从不同角度拍摄8张图片，结合人工智能与计算机视觉算法，得到使用者的身体尺寸，误差达到毫米级，让使用者可以通过一部智能手机就完成尺寸的测量。打通尺寸测量的壁垒之后，团队使用一套成熟的定制工厂改造方案，将传统的服装工厂改造成为具备规模化定制能力的智能工厂。通过尺寸数据驱动制版裁衣，使智能工厂实现与传统方式效率相当的批量生产模式。利用该系统直接对人体尺寸数据进行高效精准的获取，将大大减少定制群体的定制成本（包括时间、费用等成本），使得服装定制更易向社会各阶层人士推广。智能化定制模式的推广，将全面提高传统服装定制行业的定制效率，切实推动服装制造业的改革。

三、先进性

该技术处于国际先进水平，申请并公开了十一项发明专利，具有自主知识产权，获得2020年“山东省互联网+创新创业大赛”银奖。

四、成熟度

智能量体系统已初步呈现，产品基于对比例尺标志物的精密设计，共设计出约 400 余个不同编码，采用准确度极高的关键点识别算法，并与人体多视角 3D 建模技术、边缘计算算法相结合的人工智能模型，在专业服装设计师的指导下，设计并自主研发了智能量体衣及相关配套的程序软件，如下图。



目前，已在试点公司开展智能量体系统的技术应用，将产品提供给各公司进行辅助服装定制，不断提高量体的效率和测量精度；打造项目运营样板模式，快速推广到所有意向厂商。

团队与山东省济宁市丢丢定制有限公司签署战略合作协议，并开发出微信小程序、手机 APP 等多种线上软件。项目成果已在公司进行试点应用，为 1000 余名用户进行人体尺寸测量并服装定制，经公司反馈，用户满意度高达 98.3%。现正与 4 家厂商商榷量体衣试点应用事项，预计在 2020 年底试点公司数目达到 33 家。

在智能量体系统的基础上，应用一套智能工厂改造方案，包括

尺寸数据驱动的设计制版,小批量、横向流水裁衣,自动化吊挂,基于矩阵存储理论的智能仓储,高效且唯一的物流配送。这一方案可以改变服装工厂落后的生产模式,助力工厂实现规模化服装定制,规模化工厂案例如下图。



五、可行性分析

1. 竞争性分析

在我国,智能量体方法的研究尚未充分开展。对于服装定制的尺寸测量,现有测量依赖于接触式人工测量,而我们研发的基于“互联网+”及人工智能的智能量体系统可实现非接触式异地人体尺寸测量,有效解决传统定制问题,对于服装个性化定制来讲本身就是一种颠覆式的方式。目前通过智能量体进行服装定制的群体主要是精英人士,行业中并没有面向社会各阶层群体的智能量体平台,这是本项目的主要竞争优势所在。智能量体平台将大大提高人体尺寸的测量精度,实现毫米级测量误差。在传统服装

制造企业推广，可实现零库存、规模化定制模式，有效降低大量库存带来的成本损耗，并且可助推服装产业智能化转型与升级制度的实施。

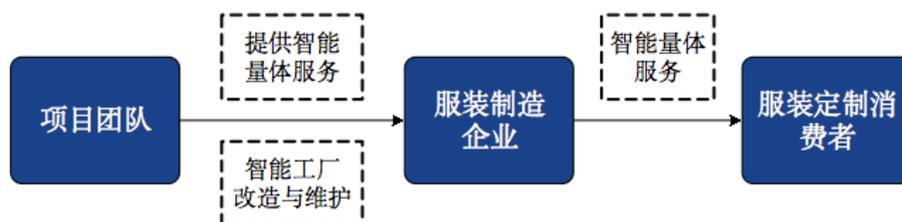
购买者定位为传统服装制造企业，以当前传统西装定制为例，定制方式一般为上门或到店进行尺寸测量，整个定制流程需耗费150个工时左右，价格在2500元左右且高于工厂流水线生产服装数倍，消费群体多为精英人士和体型特殊的群体。而通过本项目自主研发的智能量体平台，定制者只需身着自主设计的尺寸辅助测量工具——量体衣进行人体照片拍摄，再经过人工智能分析，就能得出服装定制所需尺寸，费用仅在600元左右。本项目开发的智能量体平台是基于服装设计制造业的升级转型需求研发的，并在爱克森服装责任有限公司进行试点应用。爱克森服装责任有限公司是鲁西南最大的服装设计制造企业之一，实力强，平台在此公司进行实地部署，由公司统一定价收费，我们仅收取产品服务费用。试点应用结果与市场调研数据显示，电商平台、品牌商、服装厂的议价能力相对较强，定制群体的议价能力相对来讲较弱，有利于我们产品服务的推广。

本项目自主研发的智能量体系统采用目标检测和人体尺寸测距算法，实现人体尺寸的精准测量。这一研究成果，不仅能提高服装定制的工作效率、实现零库存模式，也能提升区域定制水平同质化，最终助推服装定制规模化发展。利用该系统直接对人体尺寸数据进行高效精准的获取，将大大减少定制群体的定制成本

(包括时间、费用等成本), 使得服装定制更易向社会各阶层人士推广。智能化定制模式的推广, 将全面提高传统服装定制行业的定制效率, 切实推动服装制造业的改革。

2. 商业模式分析

目标客户主要定位为传统服装制造企业, 并以其作为与消费者连接的桥梁。有别于传统软件公司以软件的一次性售卖获得收入的方式, 我们通过提供两种技术服务的方式获得收益。智能量体服务: 消费者不再满足千篇一律的品牌成衣, 其个性化需求与日俱增, 服装定制是未来的消费趋势。而获取消费者精准的人体尺寸是整个服装定制过程中尤为重要的一环。本项服务区别于人工及大型设备测量方式, 可实现消费者在线、异地、快速测量, 满足传统服装制造企业精准的人体尺寸获取需求。智能工厂改造: 大多数服装工厂无法实现定制服装的批量化生产, 本项服务从RFID跟踪、自动打版、工位优化、数字化指导、智能仓储等多方面形成一整套规模以上服装企业升级方案, 实现工厂的智能化改造、帮助服装工厂成功转型, 实现个性化生产能力, 如下图所示。



3. 企业预计投资规模

(1) 公司于 2019 年初进行资金投筹, 共计融资 200 万元货币资金

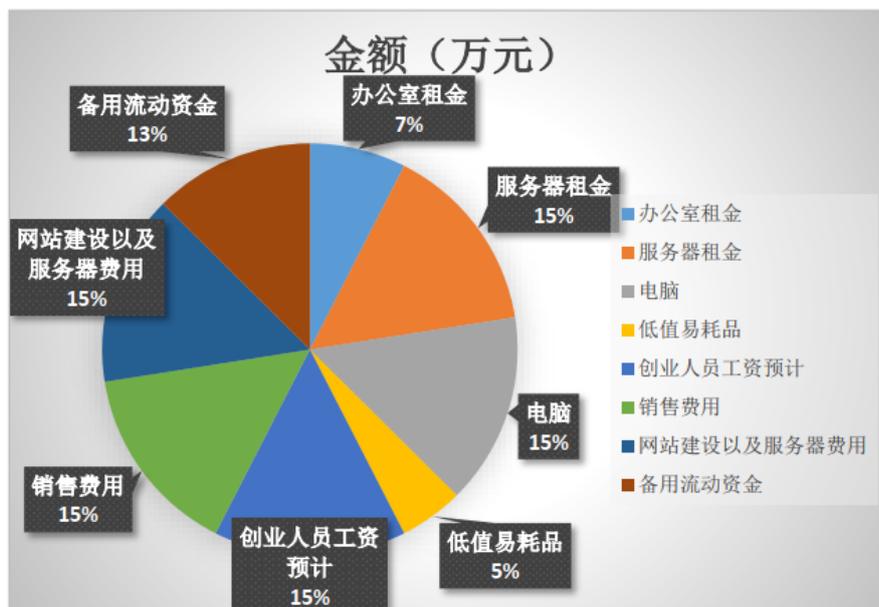
(2) 为保障技术团队积极性并留住公司高科技人才和最新研发成果，核心成员入股数额为 96 万元，占总资本 48%；

(3) 创业团队入股 200 万元，占总资本 100%，在这样的资本结构下，能有效激励创业团队创业，同时也可以形成对创业团队的硬约束，形成良好的公司治理结构。

本公司以提供软件服务为主，拟于 2020 年底正式成立公司，初期筹集资金主要用于购置固定资产和低值易耗品、办公场地和服务器租借、公司正常营运的流动资金等，其中办公场地和服务器等设备拟依托高校创业孵化器，与石油大学签订租赁协议，进一步节省办公场地及设施费用。公司初期营运资本总额见下表。

表：项目初期运营资本总额预测

项目	金额（万元）
办公室租金	3
服务器租金	6
电脑	6
低值易耗品	2
创业人员工资预计	6
销售费用	6
网站建设及服务费用	6
备用流动资金	5
运营资本总额	40



说明：

(1) 本公司落户山东省青岛市西海岸新区中国石油大学（华东），租用实验室和办公室总面积为 300 平方米，办公面积为 150 平方米，实验室和研发团队占 200 平方米，租金为 3 万元/年；租用学校服务器 6 万元/年。

(2) 低值易耗品主要是办公室使用。固定资产初期电脑共 8 台，财务部 1 台，研发部 4 台，平台维护部 2 台，营销部 1 台。

4. 投资回收期分析

回收期是指投资项目收回投资支出所需的时间。 $PB=n+\frac{\text{第 } n \text{ 年累计尚未回收额}}{\text{第 } (n+1) \text{ 年回收额}}$ 。通过计算得到本公司的投资回收期为 1.57 年，投资回收期较短。在经营的前三年，由于需要购置经营所需的设备，公司的现金流较少，但后期现金流入量大。因此本公司的投资风险较小，具有投资价值。

5. 公司整体价值评估分析

对于青岛人人智数科技有限公司的价值评估，本节将通过现金流折现法对公司价值的评估，使得投资者可以准确估计青岛人人智数科技有限公司的真实价值。收益现值法是国际上同行的企业价值评估方法，基于公司未来收益能力的预测折现来评估公司的价值，对公司的企业价值是有根据的；而相对来说，由于成本法是基于公司各项资产价值的估计加总得到的价值，缺乏对公司整体获利能力的评估。通过市场法的简单估计，可以从现有市场条件下对公司价值有一个简单的价值认知，但由于缺乏对企业未来收益能力的分析预测，因此不能作为唯一的评判标准。此外，中国的股票市场没有健全，市场法也很难较准确估计公司的价值，因此收益法是价值评估中较准确的方法。

公司价值评估时，未来收益的折现率按照投资者要求的收益率计算，为 15%。

公司未来现金流如下表：

表 未来五年净现金流（单位：万元）

项目	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	2025 年
净现金流量	160	113.03	159.09	253.11	323.05
折现系数（15%）	0.8696	0.7561	0.6575	0.5718	0.4972
收益现值	139.14	85.46	104.60	144.73	160.62
企业价值	634.55				

按未来净现金流进行折现，作为公司整体资产盈利能力的评估，鉴于公司有很大的不确定性，未来收益的预测没有确实的根据，在这里不用考虑，因此一定程度上有所低估。根据未来现金

流折现法计算，青岛人人智科技有限公司的企业价值为：634.55 万元。相比公司初始投入的 200 万元资金而言，股东财富增加到原来的 3.17 倍，可见，公司具有非常好的增长潜力，可以为股东带来财富价值的增加。

六、产业化实施路径

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与服装及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

1、团队组成：人工智能理论与应用创新团队共有教师 8 人，其中教授 1 人，副教授 1 人；爱克森服装公司企业总经理 1 人。

2、研究方向：可信计算，服务计算，云计算，Petri 网理论及应用；生物统计、系统生物学、DNA 计算模型的理论和应用；软件测试；医疗大数据与疾病智慧诊疗；海洋大数据与海洋环境智能分析。

3、科研成果：已发表论文 200 余篇，其中 SCI 或 EI 检索 150 余篇；2019 年教育部科技进步奖二等奖，边云协同的油气物联网智能决策关键技术及应用；2016 年青岛市西海岸新区自然科学奖二等奖；2015 年度青岛市黄岛区自然科学奖一等奖：生物计算理论及其在系统生物学中的应用。

人工智能理论与应用创新团队共有教师 8 人；爱克森服装公司企

业总经理 1 人。

 <p>韩宁生 团队负责人</p> <ul style="list-style-type: none">· 专攻图像识别和深度学习领域· 计算机科学硕士研究生· 主管技术选型、创业团队管理· 项目核心专利第一发明人、核心论文第一作者	 <p>张莉 主管市场开拓，寻找意向厂商 两年市场营销及管理经验</p>	 <p>王淑玉 算法工程师，主管算力优化 专攻边缘计算、5G技术研发</p>
 <p>刘谦华 算法工程师，主管量体算法开发 四年深度学习算法开发经验</p>	 <p>吕永俊 财务收支、评估、投资分析 三年财务工作经验</p>	 <p>王明 软件工程师，主管后端软件开发 三年APP、后台全栈开发经验</p>

<p>01</p>  <p>庞善臣 泰山产业领军人才 中国自动化学会网络信息服务专业委员会副主任 教授、博士生导师 发表高水平论文40余篇</p>	<p>02</p>  <p>董玉坤 副教授 发表高水平科研论文10余篇 中国产学研合作促进会创新成果二等奖 主编教材1部</p>	<p>03</p>  <p>褚双占 丢丢定制总经理 具有25年服装行业从业经验 山东省服装定制产业化领军人物</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

八、联系人及联系方式

计算机科学与技术学院:董玉坤老师

邮箱: dongyk@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

移动线上问诊平台

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

该平台以远程问诊，智能推荐为核心，为需要的患者提供虚拟健康助手，助手可以智能推荐心理健康和可用的医学知识，并为用户提供生命体征警报。同时，这个虚拟助理将帮助过滤合适的病人到正确的医生团队，为他们提供进一步的在线咨询聊天。

三、先进性

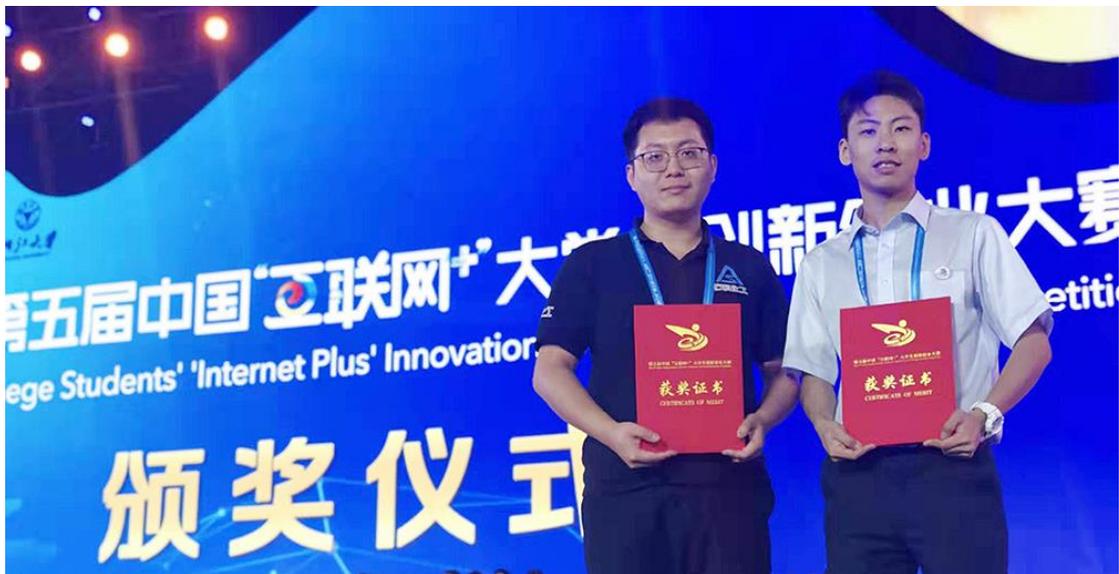
（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

随着医疗领域的不断发展，多数国家面临着医疗资源匮乏、医患沟通不及时的问题。在大多数发展中国家，尚未有着统一的医疗信息平台。经调研，包括新加坡、马来西亚等众多中国周边国家，都有着医院医师匮乏、普通民众难挂号的缺点。而在国内，除少数城市外，大部分城市的医疗资源尚不能有效利用。

实现移动线上问诊平台，可实现医患的及时沟通，足不出户实现问诊。更可在世界范围内利用医疗资源，解决医疗资源不平

衡的问题，引领行业发展。

团队曾获得第五届互联网+全国大学生创新创业大赛银奖、第五届互联网+山东大学生创新创业大赛金奖、第十六届“挑战杯”全国大学生课外科技作品竞赛三等奖、第十六届“挑战杯”山东省大学生课外科技作品竞赛特等奖、第四届全国研究生移动端应用设计创新大赛二等奖等众多奖项。有充足的信心与实力进行成果产业化。



四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

核心技术历经多年开发，已处于成熟阶段。以该功能核心为主体的前期阶段产品：胆结石智能诊断系统已经面向市场使用，获得了山东省省立第三人民医院等多家医院单位及机构的肯定。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、

企业预计投资规模及投资回报等)

经调研，包括新加坡、马来西亚等众多中国周边国家，暂无相似移动平台。在国内，主要竞品为平安好医生。该产品面向的群体为大型三甲医院，未考虑到地区的医疗资源不平衡，无法满足大多数人的需要。

商业模式：成立平台系统研发与推广应用，实现该技术的产业化，拓展该技术的应用。投资规模约在 1000 万-2000 万之间。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

(当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等)

现缺少市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与医疗设施服务企业及各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

(建议图文并茂)

庞善臣：教授、博士生导师，、山东省泰山产业领军人才、泰安市创新领军人才。

王淑栋：教授，博士生导师。

宋弢：副教授，博士生导师，山东省泰山学者青年专家。

王珣，副教授，硕士生导师。

董玉坤：博士，硕士生导师。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe188@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

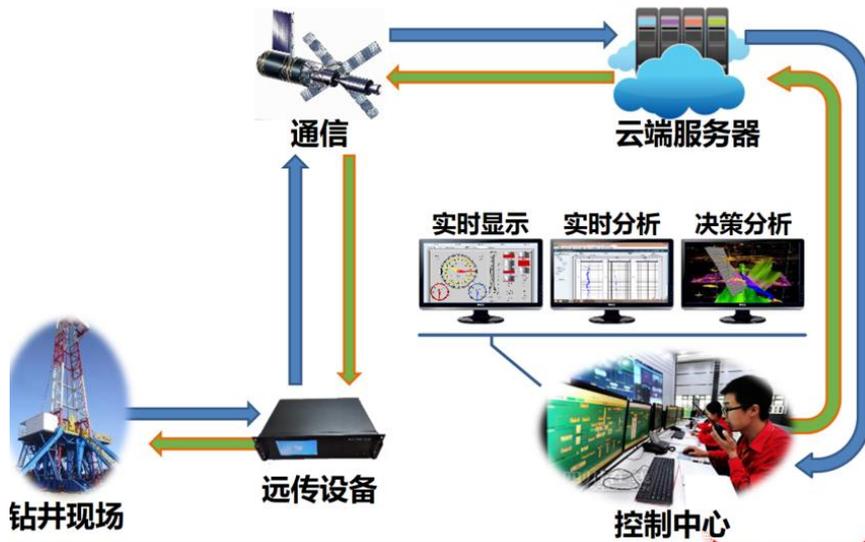
可产业化成果介绍

一、成果名称

随钻测量数据远程传输及地质导向决策技术

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）



该技术以精确控制钻井轨迹，最大程度的穿越油藏提高采收率技术为目的，建立了随钻测量现场与后方决策中心的实时数据链路，井下测量参数可以实时的融入后方三维地质模型中，为实时调整钻井轨迹提供技术手段。

该技术由随钻测井现场采集箱、后方数据接收处理平台、三维地质建模与实时数据分析平台等模块组成。相关系统模块可以实时的传输钻井轨迹数据、随钻测井曲线、随钻录井数据到后方数据平台。后方三维地质建模平台可以根据实时测量数据不断刷

新过井剖面，形成实时测量数据与地层响应实时交互，直观的理解和调整钻井轨迹在油藏中的穿越。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

该项技术处于国内行业先进水平，先后授权 2 项发明专利，并获得 2015 年度东营市科技进步一等奖。

相关专利和获奖证书。



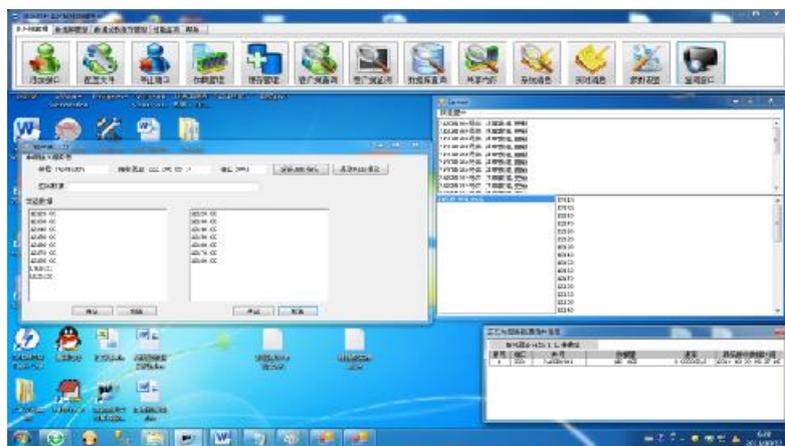
四、成熟度

（实验、中试或应用情况等，可附图片）

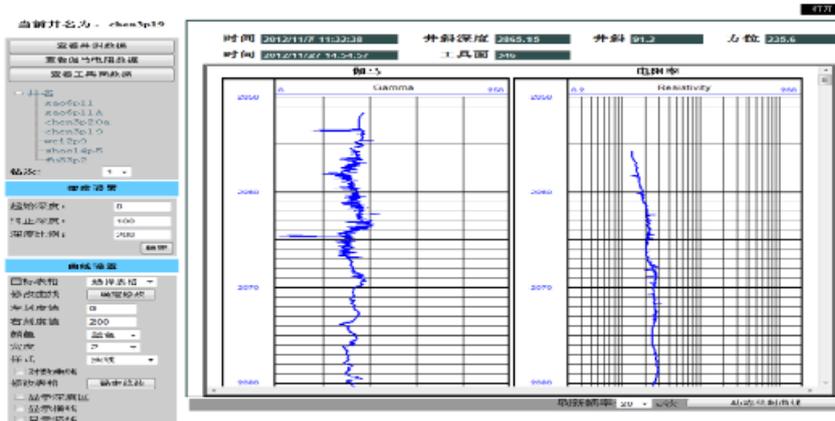
该技术历经近十年开发，已处于成熟阶段，开发出成套系列产品，包括远程传输箱、自主知识产权三维油藏建模平台、随钻测井数据处理缓存平台、地质工程一体化软件系统。



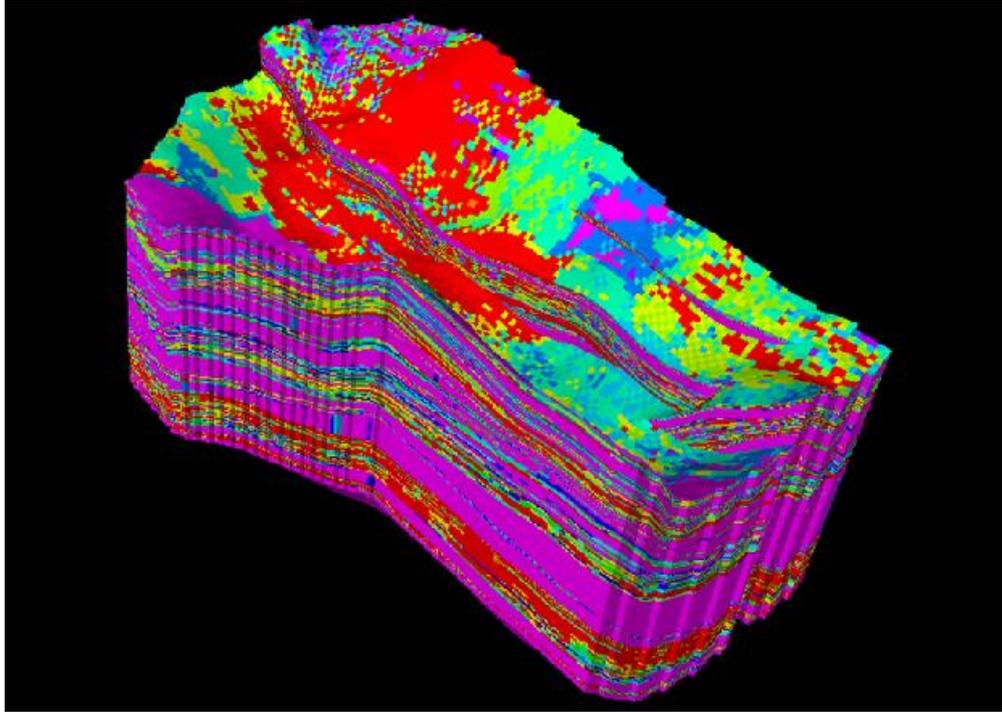
井场短远传一体化装置



服务器端实时处理软件



基于web的实时发布系统



该技术相关产品先后在胜利油田、江苏油田、西南石油管理局、新疆、吉林等进行技术试验应用，取得良好的应用效果。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

国际上，由于疫情的影响和石油产业升级需要，斯伦贝谢、贝克、哈里伯顿等大型石油技术服务公司进行数字化转型改造，先后对原有工作流程进行先进的通信技术和数据处理的优化升级。钻井技术服务现场和后方决策支持中心有机实时融为一体已经是当前世界上油田服务的最新技术手段。

长期以来，我国各大石油技术服务公司还多处于利用手机、邮件、聊天工具等进行钻井现场的数据传输工作，无法与后方数

据平台建立实时关联。工作效率比较低，有的还要进行跑井等现场服务工作。但是今年由于疫情影响，各个国内石油企业、钻井公司也开始试用先进的数据实时远程传输系统与后方的这个决策系统进行互联。这种需求就为本技术的推广提供了广泛的市场需求

商业模式：成立相关的研发和制造组织，充分调研该技术在各个技术服务行业的需求进行相关技术的升级改造。为中国数字化油田和实时钻进决策技术提供先进的数据传输设备和后方数据处理分析平台。通过和各个油田以及石油服务公司建立良好的沟通协作，承揽相关数据传输技术服务以及专业化软件定制升级，形成全三维的地质工程服务技术产品与开发体系。预计投入 200 万元，产值 500 万元。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

团队成员包括教授 1 人，副教授 3 人，讲师 2 人（其中 5 人

具有博士学位), 在读研究生 20 余人。多年来团队致力于多学科交叉融合, 开展计算机新技术在复杂油气藏勘探开发中的应用关键技术研究, 在基础理论、模型与算法等方面取得可喜的研究成果, 开发了多套具有自主知识产权、实际应用效果良好的软、硬件产品。

研究方向:

主要研究方向包括: 随钻探测(感知)、数据可视化、数据智能分析与应用、决策支持与知识库系统等。

八、联系人及联系方式

技术转移中心: 臧老师、苏老师

电话: 0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

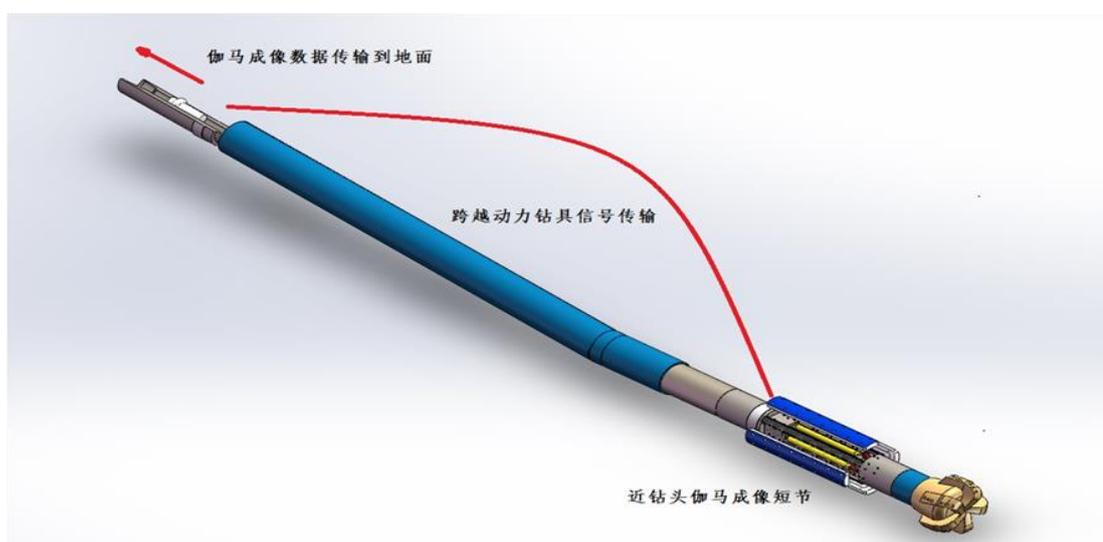
可产业化成果介绍

一、成果名称

随钻陀螺与近钻头伽马、磁场成像测量仪研发与制造技术

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）





该技术以解决目前石油钻探领域急需的测量技术为研究对象，先后完成随钻光纤陀螺测量仪，近钻头伽马成像测量仪、近钻头前探测三维磁场成像测量仪等设备的研制与试验。

其中随钻光纤陀螺测量仪基于三轴全固态光纤陀螺为测量手段，可以在存在磁场干扰的情况下精确测量钻井轨迹，为套管开窗侧钻、海上丛式井组开发、大位移水平井控制提供高精度的随钻测量手段。近钻头伽马成像测量仪集成在钻头后方小于一米的短节中，在伴随钻进的过程中实时得到近钻头处的井斜以及周围岩层伽马图谱，精确识别地层穿越变化，控制钻井轨迹精确穿越油藏。近钻头前探测三维磁场成像测量仪可以实时的检测钻头前方的异常磁场变化，识别距离前方或周围的套管位置，调整钻井轨迹绕开邻井套管，减少井下碰撞风险。

这三种仪器既可以单独使用，也可以组合使用，形成一套新

颖的在存在磁干扰的情况下精确测量钻井轨迹、精确描绘地层变化、精确识别邻井套管位置与距离的高端随钻仪器组合。该技术打破了国际技术垄断，解决了随钻陀螺测量核心传感器的国产化难题，同时利用先进的近钻头成像测量技术实时的进行磁场和伽马成像描绘，突破了目前防碰等技术瓶颈。

三、先进性

（国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂）

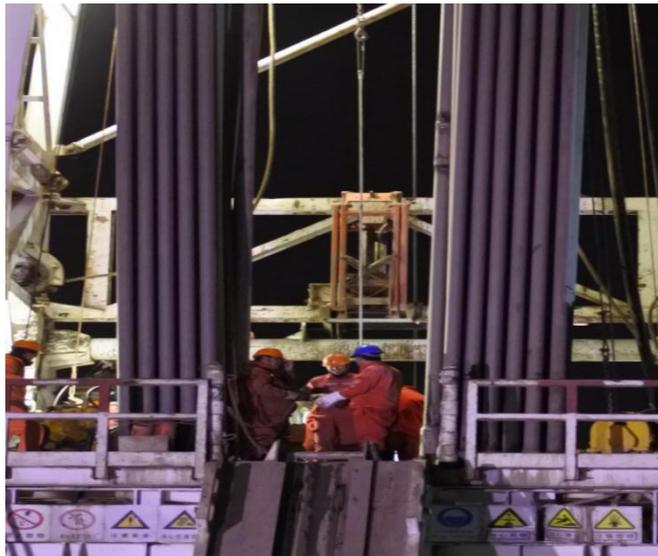
该项技术处于国际行业先进水平，先后申报 5 项发明专利，授权 1 项发明专利。

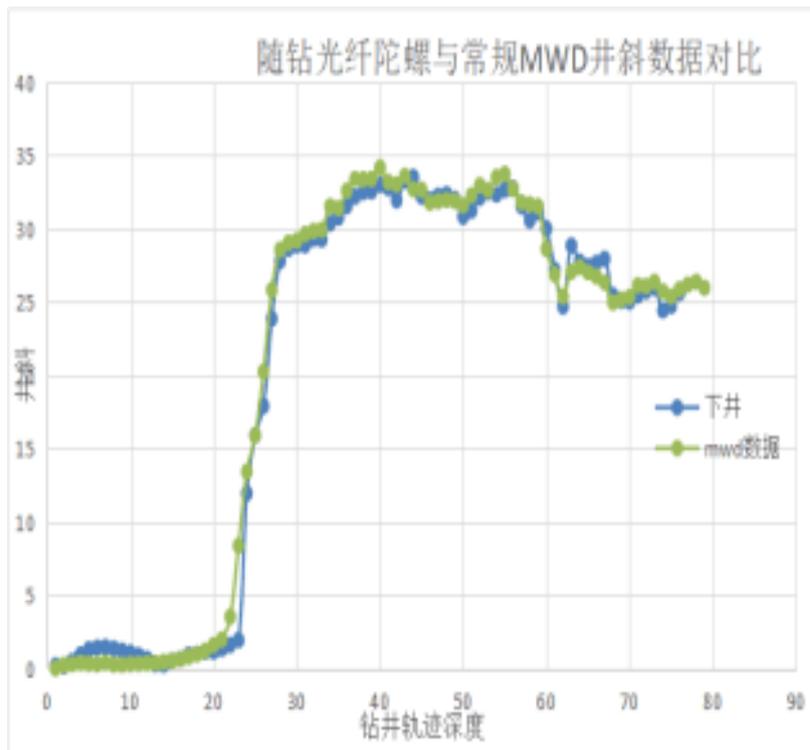
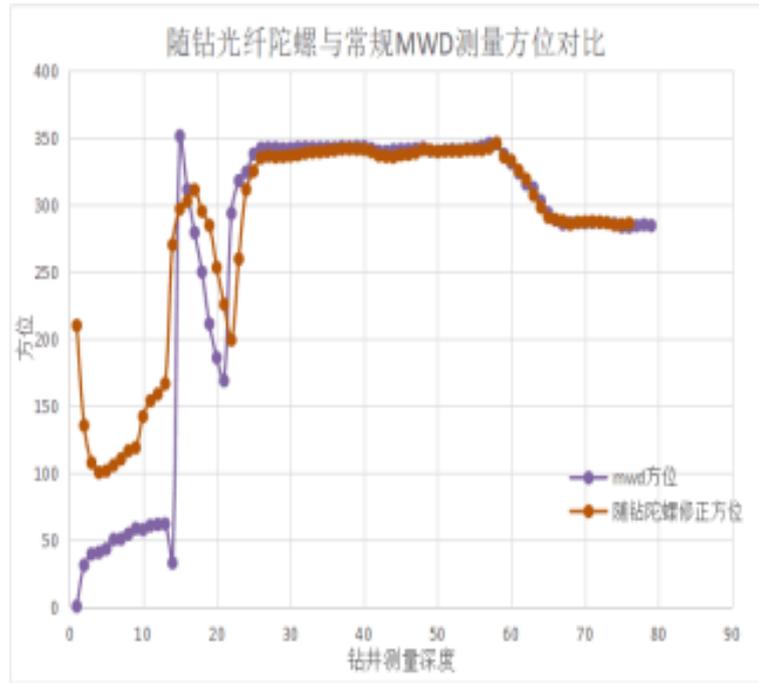
相关专利和获奖证书。



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)





该技术历经近十年开发，随钻光纤陀螺测量仪、近钻头伽马成像测量仪已经处于成熟阶段，近钻头前探测三维磁场成像测量技术已经完成理论研究和室内实验。重新构建的高端随钻测量技术硬件平台已经完成多井次现场试验与应用，产品相关配套技术

和软件系统已经成熟，具备产业化的基础条件。

该技术相关产品先后在胜利油田、西南石油管理局、华北油田等进行技术试验和应用，其中随钻光纤陀螺产品在胜利油田先后完成投测模式、钻井循环存储、定向应用等试验和应用，突破陀螺不能服务于 85℃ 的技术瓶颈，取得良好的试验效果。近钻头伽马成像仪器及相关配套软件已经在四川、华北油田进行现场试验和工程应用。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

在钻井工程条件下，由于邻井套管、钻杆、异常地磁条件导致常规基于地磁进行方位测量的仪器出现较大测量误差。

国际上，斯伦贝谢、美国科学钻井等石油技术服务公司开发了随钻 MEMS 陀螺测量仪器，应用在海上当式井组、大位移水平井的工程应用，取得丰厚的利润回报。

上述可以耐受钻井恶劣振动条件和高温环境的陀螺传感器对我国禁售。为此，随钻测量技术创新中心联合北京航空航天大学、胜利钻井工艺研究院致力于解决异常磁场条件下的井筒轨迹与近钻头磁场和伽马成像技术问题，经多年技术攻关，近期取得多项突破，先后解决了陀螺井斜测量不能大于 80 度井斜角、温度不能高于 85℃ 的技术瓶颈。随钻近钻头伽马测量与磁场前探成像测量取得方法的重大进展，获得国家发明专利。

目前上述研究完成的基于异常磁场条件下的随钻测量技术体系在国际上处于领先技术水平，在我国南海、新疆等地区拥有广泛的技术应用市场。完全自主研发的高端随钻测量仪器可以不受技术封锁的进行国际技术服务和产品销售

商业模式：

成立专业化的技术研发中心和高端随钻测量仪器制造组装企业，建立随钻光纤陀螺测量仪，近钻头伽马成像测量仪、近钻头前探测三维磁场成像测量仪等系列产品的标定实验室和产品制造中心。利用知识产权进行社会融资，形成产、学、研完整规划的随钻高端仪器发展体系。前期年投资 1500 万元，仪器销售预期产值 1.5 亿元每年，年可创税收 2000 万元。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

现缺少稳定的生产基地、市场推广团队及后续资金投入，因此期望寻求与新材料及高端装备制造企业各类风险投资机构进行项目合作，合作方式包括技术转让或许可、产品区域代理、股权融资等

七、团队简介

团队成员包括教授 1 人，副教授 3 人，讲师 2 人（其中 5 人具有博士学位），在读研究生 20 余人。多年来团队致力于多学科

交叉融合，开展计算机新技术在复杂油气藏勘探开发中的应用关键技术研究，在基础理论、模型与算法等方面取得可喜的研究成果，开发了多套具有自主知识产权、实际应用效果良好的软、硬件产品。

研究方向：

主要研究方向包括：随钻探测（感知）、数据可视化、数据智能分析与应用、决策支持与知识库系统等。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

石油大数据平台

二、成果简介

石油大数据平台基于 Spring Cloud 微服务框架，是一个集数据采集、存储、处理为一体的大数据知识挖掘平台。

整个平台系统被划分为多个低耦合的微服务组件，各组件间通过 HTTP 和 RPC 协议进行交互，具有较高可用性与可扩展性。基于 Redis 和 Kafka 相结合的数据缓存服务层，能够极大提升系统内部的数据读写速度。基于 HDFS 和 HBase 的分布式数据存储和基于 Hive 的数据仓库存储机制，实现了多源异构大数据融合，建立了大数据治理体系结构，为整个系统提供数据支撑。基于 Hadoop+Storm+Spark 的云计算基础设施体系结构，融合不同云计算优势的混合云基础设施，提供数据的离线批处理、实时在线处理功能和石油大数据知识发现、知识展示和分析应用的技术方法。

三、先进性

该平台处于国内先进水平，已公示专利“一种基于 RK (Redis and Kafka) 的实时高效缓存机制”，学术成果“石油大数据知识挖掘技术”入围青岛市 2018 年度大数据优秀学术成果，“大数据环境下油气开采智能生产关键技术”获得中国石油和化学工业联

合会科技进步奖三等奖。



图1 青岛市2018年度大数据优秀学术成果（入围）



图 2 中国石油和化学工业联合会科技进步奖三等奖

四、成熟度

该平台历经了近四年的开发研究，已处于成熟阶段。如图所示，开发过程中平台的架构设计不断演化，扩展出自助式数据可视化窗口，实现交互式数据可视化服务；同时与时俱进地引入新技术方案，采用 Docker 容器技术进行项目部署，并引入流处理技术提高数据处理速度。平台相关研究成果已经在华北油田单井生产现场数据环境下进行了实验验证分析，大数据知识挖掘平台已经在华北油田进行实际部署应用，取得了良好效果，并已经部署到中石油勘探院。

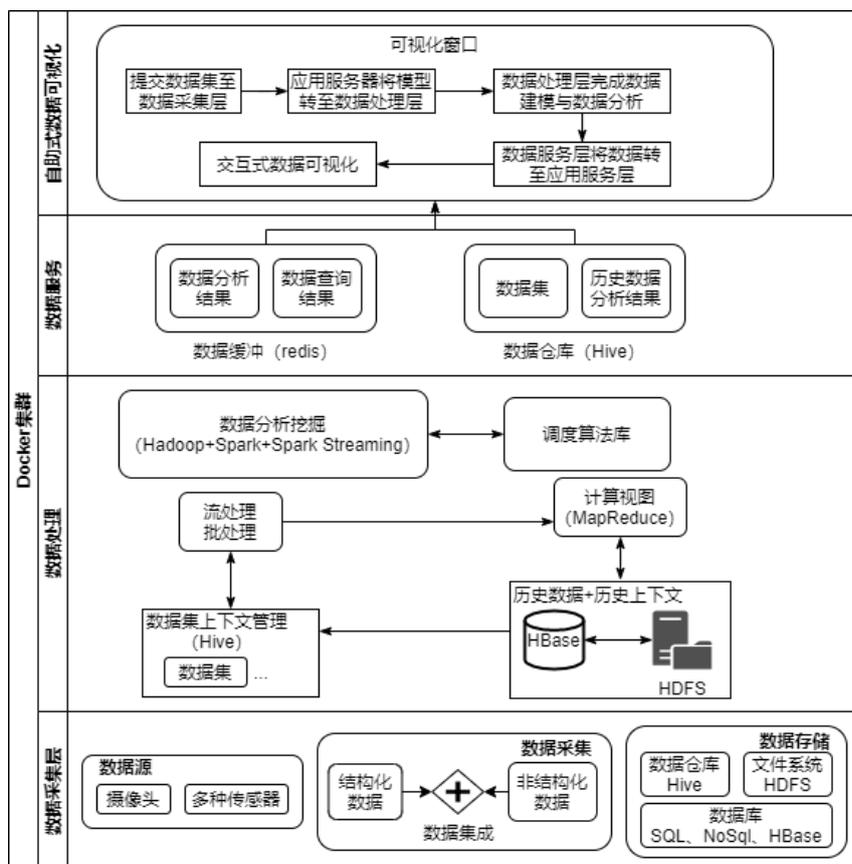


图 3 系统架构图

五、可行性分析

数据已经成为各行各业的生产要素，有效利用数据对提升企业战略管理水平、提高决策效率和管理透明度有着重要作用，是企业转变发展方式、实现科学管理的重要手段。石油行业中的勘探开发、炼油化工、销售、管道储运等业务属于数据密集型行业，加之移动互联网、智能终端的广泛普及，历史上已经积累了海量的异构数据。

基于 HDFS 和 HBase 的分布式大数据仓库存储机制，能够实现对石油大数据的有效存储；建立在大数据技术上的批处理和流处理框架（Hadoop、Storm、Spark），能够提供高效的分布式数据处理能力。

商业模式为：成立“石油大数据平台”项目组，实现该平台的产业化，扩展该平台在石油产业中的应用。

六、产业化实施路径

团队已经与华北油田、中石油勘探院等石油企业进行了长期稳定的项目合作，具有多年项目经验积累，但仍有较大的推广空间，因此期望寻求与各个石油企业各类市场推广机构进行项目合作，合作方式包括方法转让或许可、产品区域代理、市场推广代理、联合实施、协商确定等，进一步扩展该方法在石油产业中的应用。

七、团队简介

1、团队组成：大数据智能处理创新团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 2 人。

2、研究方向：团队主要研究方向包括云计算框架与优化，深度学习与人工智能理论与方法，大数据处理理论与方法，知识挖掘与知识图谱，以及智慧医疗、智慧电力、智慧油田、智慧社区等方向。

3、科研成果：大数据智能处理创新团队致力于人工智能、大数据处理、云计算与物联网技术等理论研究与行业应用，目前的合作伙伴包括中科院、航天科工集团、海尔、胜利油田、华北油田、国防大学等，发表 SCI、EI 科研论文 200 余篇，其中 ESI 高被引 1 篇，SCI 一区 3 篇，二区 11 篇。近年共承担科研项目 50 余项，包括欧盟第六框架计划项目、英国工程和自然科学研究委员会项目、科技部创新方法专项、山东省重点研发计划、科技部创新方法专项、山东省自然科学基金等，重要的横向项目包括海尔智能冰箱、采油大数据和知识挖掘、电力现场安全管控等。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewe188@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

计算机科学与技术学院：张老师

电话：18669836961

邮箱：zhangws@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

基于深度学习的电力现场安全管控

二、成果简介

该方法是一种基于深度学习的电力现场安全管控机制，旨在通过深度学习技术对电力现场中的监控视频图像等数据进行分析，以人的行为为主、设备状态为辅，判断电力生产过程中是否存在违规操作行为或者安全隐患，切实保障电力现场的安全生产。该机制涉及目标检测、关键点检测、实例分割等多个深度学习计算机视觉方向，处理数据包括在线实时视频流、离线视频与图像等，能够及时有效地发现电力生产中的安全隐患，同时具有采用微服务架构，具有极高的易用性和可扩展性。

三、先进性

该方法处于国内先进水平，发表了多篇相关论文。

四、成熟度

该方法历经近三年开发研究，已处于成熟阶段，开发出一整套完善的电力现场安全管控方案。

针对电力现场中简单的目标检测任务无法满足实际生产需要的问题，结合目标检测、关键点检测、实例分割等计算机视觉任务，对于不同的违规行为制定了多种检测方案。

系统微服务架构图如下图所示，所有任务（包括业务引擎）

都可以视为一个微服务，在任务服务容器中处理各种违规行为检测，在业务引擎容器中负责对外交互以及任务调度等功能。

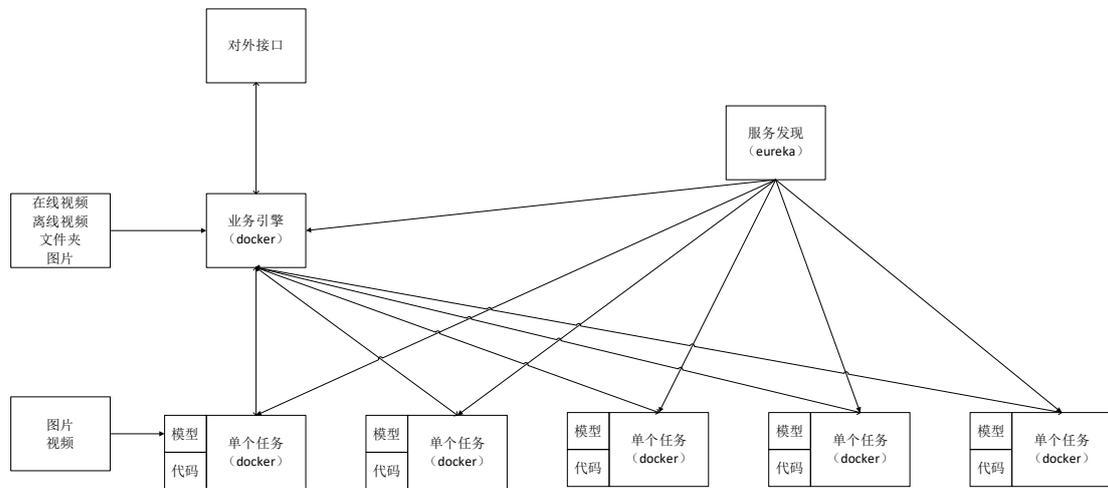


图 1 系统微服务架构图

任务运行流程图如图 2 所示，对于接收到的每一个任务最终都要在单帧图像上进行分析。如果任务类型为视频任务，则创建一个视频流解析线程，试试获取最新的监控图像。同时启动任务相关的模型，在多个进程中单独运行，将获取到的图像通过管道输入模型获得所需的边框坐标、关键点坐标和目标掩码等信息，利用这些进行进一步的逻辑判断对当前图像进行分析。

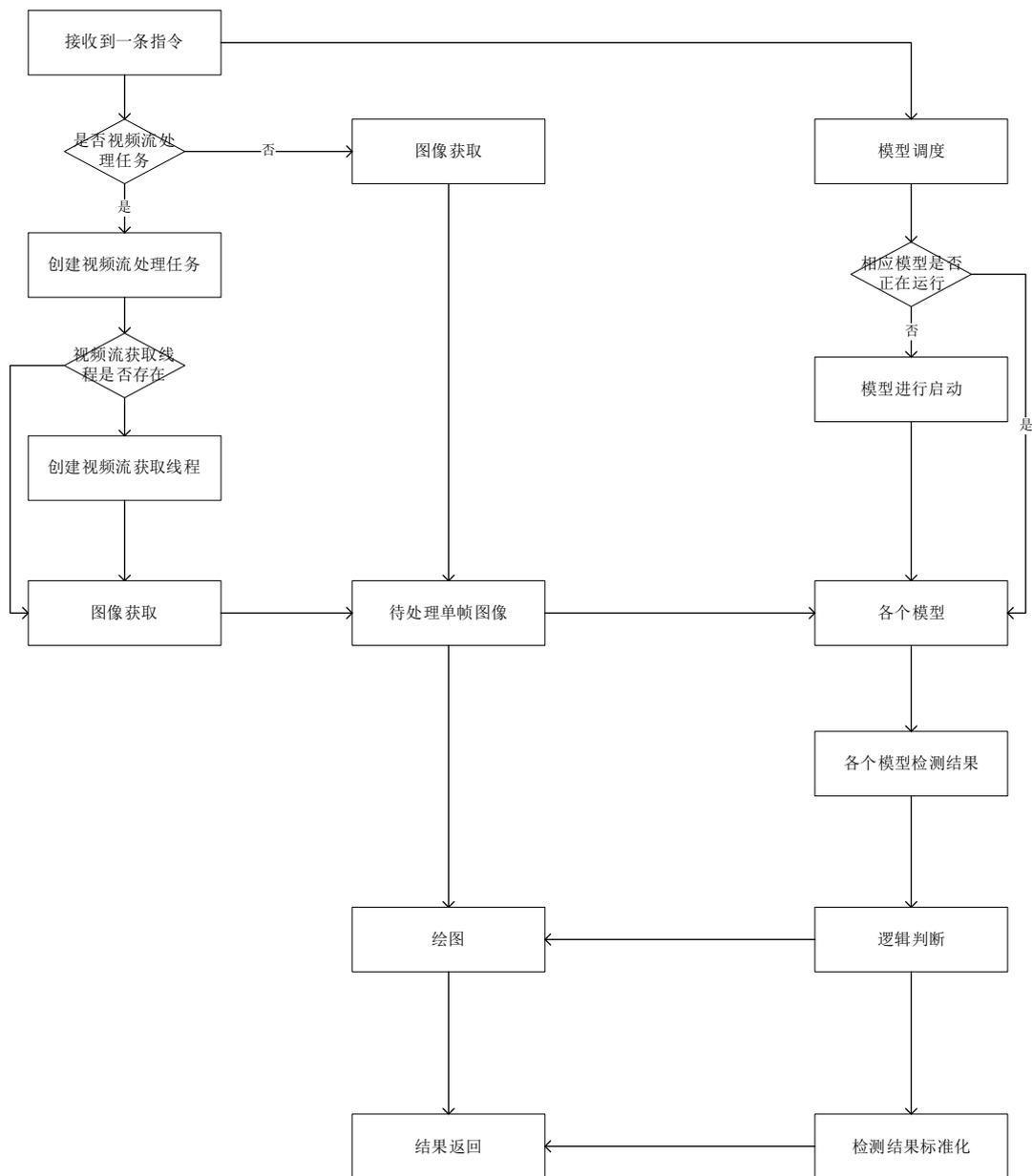


图 2 任务运行流程图

以安全帽佩戴规范检测为例，如下图所示，安全帽佩戴检测涉及到的模型共有三个：人体关键点检测模型（获得人体边框坐标与人体关键点坐标），安全帽检测模型（获得安全帽边框坐标和安全帽掩码）和安全帽系带检测模型（获得安全帽系带边框坐标）。对于输入的图像首先利用人体关键点检测模型获取人体边框坐标和人体关键点坐标；根据人体边框坐标获取人体

区域，并将图像人体区域输入安全帽检测模型和安全帽系带检测模型并获取相应信息；根据安全帽检测信息与人体关键点坐标判断是否佩戴安全帽；如果已经佩戴安全帽则根据安全帽系带检测信息进一步判断是否正确佩戴安全帽系带，完成安全帽佩戴规范检测。

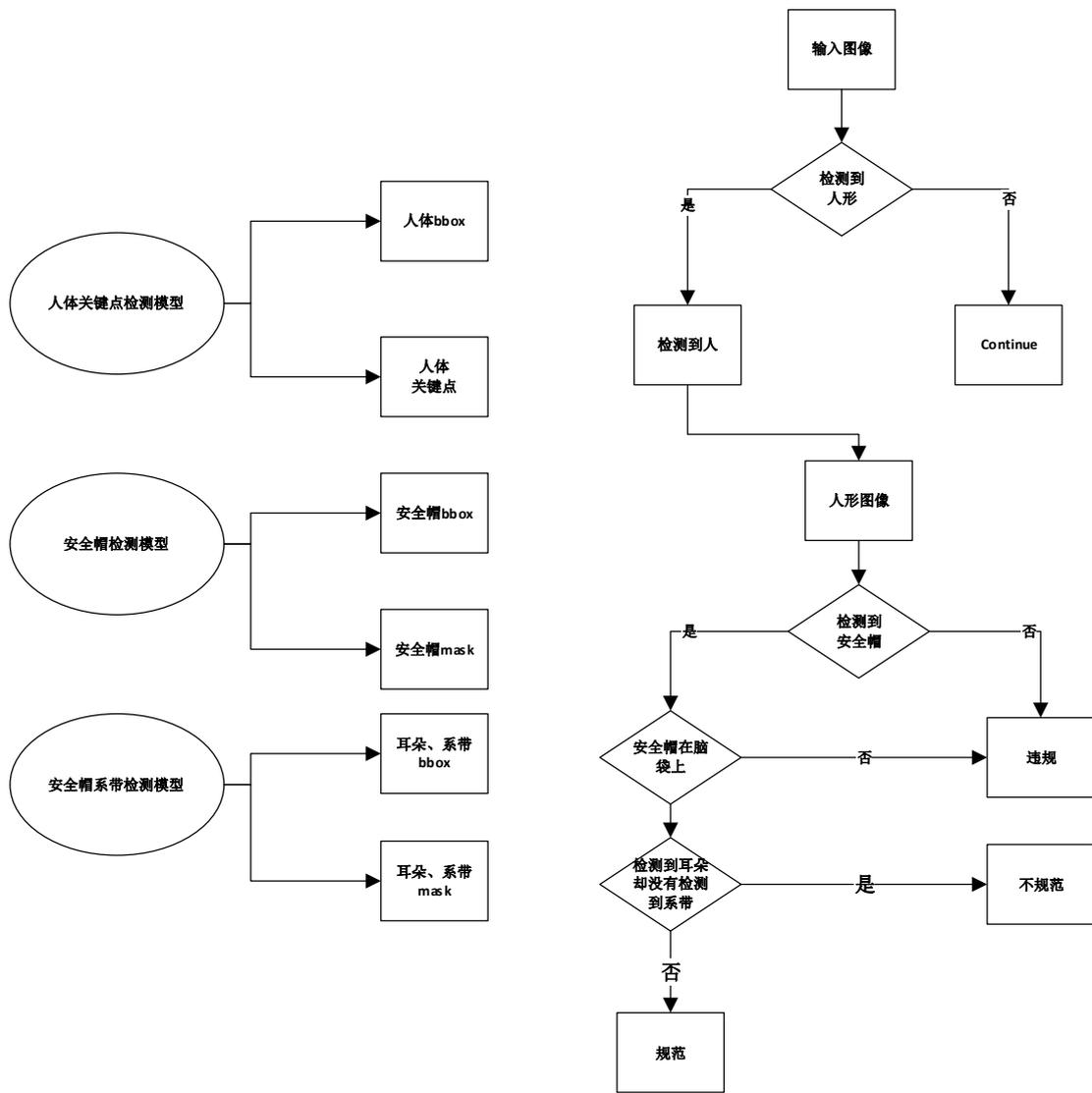


图 3 安全帽佩戴规范检测

五、可行性分析

电力作业场景多样，任务种类繁多，有着极多可能存在的安全隐患类型，利用深度学习技术，从计算机视觉的多个任务出发，

设计了全面的电力现场安全管控机制。

六、产业化实施路径

电力现场安全管控研究已经相关电力企业开展了长期稳定的项目合作，有了多年的项目经验积累，但仍有很大的进步与推广空间，因此期望寻求与各个电厂及各类市场推广机构进行项目合作，合作方式包括方法转让或许可、产品区域代理、市场推广代理、联合实施、协商确定等，进一步扩展该方法在电厂中的应用。

七、团队简介

1、团队组成：大数据智能处理创新团队共有教师 6 人，其中教授 2 人，副教授 2 人。

2、研究方向：团队主要研究方向包括云计算框架与优化，深度学习与人工智能理论与方法，大数据处理理论与方法，知识挖掘与知识图谱，以及智慧医疗、智慧电力、智慧油田、智慧社区等方向。

3、科研成果：大数据智能处理创新团队致力于人工智能、大数据处理、云计算与物联网技术等理论研究与行业应用，目前的合作伙伴包括中科院、航天科工集团、海尔、胜利油田、华北油田、国防大学等，发表 SCI、EI 科研论文 200 余篇，其中 ESI 高被引 1 篇，SCI 一区 3 篇，二区 11 篇。近年共承担科研项目 50 余项，包括欧盟第六框架计划项目、英国工程和自然科学研究委员会项目、科技部创新方法专项、山东省重点研发计划、科技

部创新方法专项、山东省自然科学基金等，重要的横向项目包括海尔智能冰箱、采油大数据和知识挖掘、电力现场安全管控等。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

计算机科学与技术学院：张老师

电话：18669836961

邮箱：zhangws@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

一、成果名称

面向复杂舆情的数据挖掘与新知识发现技术

二、成果简介

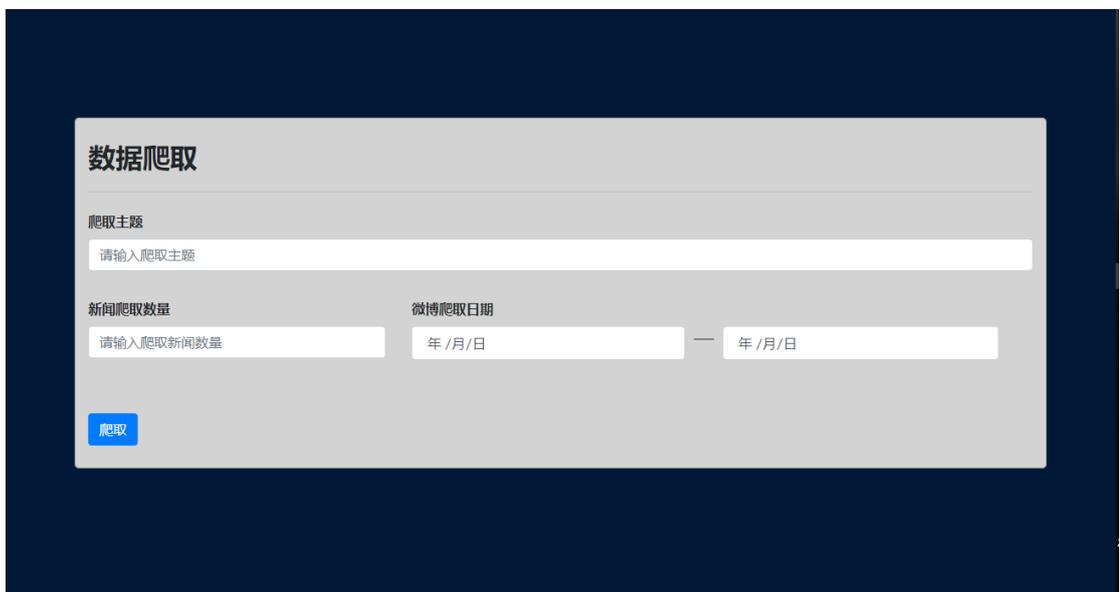
(包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂)

该技术针对实时获取舆情热点、发现舆情新知识、及时全面地分析舆情热点事件，自主研发了实现舆情大数据快速获取、高效数据分析、话题关联关系发现、增量式数据挖掘等算法技术。包括：基于 PARMTRD 算法的关联关系发现，用于挖掘舆情事件内部多个话题之间、多个舆情事件之间潜在的关联关系，挖掘舆情产生的根本原因；基于相似网络社区划分的热点获取，在 $O(1)$ 时间复杂度内实时获取舆情信息，减少对大量冗余数据的处理开销；基于 IW-FUFP 算法新知识发现，在错综复杂的网络舆情大数据中及时发现舆情新知识，增量式知识发现算法能够保留原有信息，并获得新出现知识，尽早发现舆情新热点；基于主题模型的相似文本计算，应用“TF-IDF+LDA+相似拟合”算法筛选相似文本；构建领域知识图谱，设计 EA-LAD 算法丰富和完善知识图谱，用于文本推荐。

本成果专注于网络舆情分析和挖掘、感知网络舆情态势，尽早发现舆情新事件，对突发重大舆情进行实时获取，挖掘舆情事

件产生的根源，在舆情爆发前进行预警，为政府、企业等相关单位舆情引导提供决策支持，提前实施舆情调控措施，避免大规模舆情事件爆发，引导舆情健康发展，促进社会稳定。

该成果的核心技术还可以拓展到企业产品评论数据挖掘、商业数据挖掘、市长热线数据挖掘等各类可以应用文本数据挖掘的领域。



数据收集



分析报告首页

建议图文并茂)

当前大多数舆情分析平台多注重舆情监测、统计分析等功能,忽略了对多个事件之间潜在关联关系的分析与挖掘;大多传统数据挖掘分析方法难以快速有效地处理海量复杂的数据,不能满足新知识发现实时性的要求;由于突发事件的随机性使得实时热点获取不够完全,存在对部分热点事件后知后觉的问题。因此本技术设计了一个既能针对某个主题进行舆情分析与知识挖掘,也能对全网舆情进行综合分析的舆情大数据分析平台。

本系统中采用了数据爬取、词向量训练、语义聚类等多种方法实现对数据的分析处理,并研发应用了五个创新点:采用基于相似网络社区划分的热点获取方法减少对大量冗余数据的处理开销,在 $O(1)$ 时间复杂度内全面实时地获取舆情热点;采用 PARMTRD 算法挖掘一个事件内部和多个事件之间潜在的关联关系,寻找事件发生的根本原因;采用 IW-FUFP 算法发现淹没在大量数据中的新知识,减少了对旧数据的重复计算和分析,提高了计算效率;基于主题模型的相似文本计算快速准确发现新舆情事件的历史相似事件;基于 EA-LAD 算法的知识图谱构建、丰富和完善。通过及时发现和处理分析舆情数据,把握社会热点信息,发现舆情信息之间的关联关系,有助于国家、政府对舆论进行分析和疏导,积极引导民众舆情的健康发展,对社会发展起到积极作用;同时能够及时应对网络平台中出现的舆论事件,提高对舆论事件的响应速度,对维护社会稳定、保障公共安全至关重要。

本成果经山东省科学院情报研究所查新指出，国内外未见有研究采用与本项目相同算法的面向复杂舆情的数据挖掘与知识发现系统的文献报道。

目前，本成果已取得的成绩有，在科研成果方面，本成果已发表相关论文 6 篇：

- 1、 刘昕，白婷婷，张涓舒，钱菟南，何旭莉，席永轲. 基于 EA-LDA 算法的领域知识图谱潜在关系扩展. 计算机工程. 2021. 10.
- 2、 刘昕，席永轲，何杰，钱菟南，顾丽红，基于多层次聚类的文本知识挖掘，计算机工程与设计，2021. 2.
- 3、 Xin Liu, Shuai Cao, Yang Cao, Jie He, Weishan Zhang, Xueli Wang and Liang Zheng. Online Public Opinion Deduction Based on an Innovative Cellular Automata. CyberCon 2019, 2019. 12. 16.
- 4、 Xin Liu, Liang Zheng, Shuai Cao, Sumi Helal, Jiehan Zhou, Chunfu Jia, and Weishan Zhang. A Multi-Location Defence Scheme against SSDP Reflection Attacks in the Internet of Things. CyberCon 2019, 2019. 12. 16.
- 5、 Liu X , Zhang X , Wang Y , et al. PARMTRD: Parallel Association Rules Based Multiple-Topic Relationships Detection[M]// Web Services - ICWS 2018. Springer, Cham, 2018. 7.
- 6、 Xin Liu, Xiaomiao Zhang, Weishan Zhang, Wei Wei, Yongjun Zhao, Yongke Xi, Shuai Cao. Data mining from Haier air-conditioner equipment running data for fault prediction, 2018 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computing, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovations, 2018. 10. 8-10. 12, Guangzhou, China.

申请国家发明专利 6 项：

- 1、 刘昕，张孝苗，袁江如，张卫山，席永轲，曹帅，一种多变量故障预测方法和装置，申请日期：2019. 2. 11，公布日期：2019. 09. 20. 专利号：2019104259906.
- 2、 刘昕，曹帅，周杰韩，孙玉强，张卫山，孙建东，一种基于 RFID 的大规模个性化定制方法，申请日期：2019. 3. 1，公布日期：2019. 07. 12. 专利号：2019101392949.
- 3、 刘昕，孙玉强，任广波，胡亚斌，孙洪展，一种面向高光谱影像中地物的半监督自动标记方法与装置. 申请日期：2019. 4. 15，公布日期：2019. 07. 12. 专利号：2019102971811.
- 4、 席永轲，白婷婷，王宇辰，白振宇，张孝苗，曹帅，孙玉强，李文森，刘昕，一种多层次文本聚类方法和装置，申请日期：2019. 4. 15，公布日

- 期：2019.09.03. 专利号：2019102970749.
- 5、 刘昕，席永轲，杜凯宁，张春营，白婷婷，孙洪展，一种基于主题模型的诉求智能转办方法和装置，申请日期：2019.9.20，公布日期：2019.11.29. 专利号：2019107480110.
 - 6、 刘昕，孙玉强，袁江如，倪天禄，孙琦. 一种基于大数据深度学习方法的低阻层精准预测方法与装置，申请日期：2019.6.13. 专利号：2019105104758.

申请软件著作权 4 项：

- 1、 席永轲，刘昕，曹帅，王宇辰，白振宇，复杂网络舆情数据挖掘与分析系统 V1.0，登记批准日期：2019.01.30，登记号：2019SR0110076.
- 2、 白振宇，席永轲，白婷婷，王宇辰，张孝苗，关联性分析系统 V1.0，登记批准日期：2019.03.14.，登记号：2019SR0249734.
- 3、 孙玉强，牛庆威，张如玉，刘昕，席永轲，石油大数据分析系统 V1.0，登记批准日期：2020.06.09，登记号：2020SR0590338.
- 4、 席永轲，岳光纯，孙相鹏，朱宜昌，刘昕，基于热线诉求的用户画像系统，登记批准日期：2020.06.10，登记号 2020SR0598135.

在科学竞赛方面，本成果也取得了一定成绩：

- 1、 获得 2018 年“AIHA”杯人工智能巡回赛航天科工站金奖。
- 2、 2018 年“AIHA”杯人工智能巡回赛航天科工站最具投资价值奖。
- 3、 第十六届“挑战杯”·鲁南制药山东省大学生课外学术科技作品竞赛二等奖。
- 4、 2019 年山东省研究生优秀创新成果奖二等奖。
- 5、 第十二届“挑战杯”大学生创业计划竞赛校赛金奖。
- 6、 第六届中国“互联网+”大学生创新创业大赛山东省省赛银奖。



国家知识产权局

266580

山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号中国石油大学（华东）计算机与
通信工程学院工科楼 E 座 1713
刘昕(15853273273)

发文日：

2019 年 04 月 15 日



申请号或专利号：201910297074.9

发文序号：2019041500669470

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定，申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下：

申请号：201910297074.9
申请日：2019 年 04 月 15 日
申请人：中国石油大学（华东）
发明创造名称：一种多层次文本聚类方法和装置

经核实，国家知识产权局确认收到文件如下：

说明书 每份页数:4 页 文件份数:1 份
发明专利请求书 每份页数:5 页 文件份数:1 份
权利要求书 每份页数:2 页 文件份数:1 份 权利要求项数： 5 项
说明书附图 每份页数:2 页 文件份数:1 份
实质审查请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份
说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份

提示：

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后，认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时，可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后，再向国家知识产权局办理各种手续时，均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后，依据专利法实施细则第 9 条予以审查。

审查员：自动受理

审查部门：专利局初审及流程管理部

200101 纸质申请，回函请寄：100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局受理处收
2018.10 电子申请，应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外，以纸质等其他形式提交的文件视为未提交。

专利《一种多层次文本聚类方法和装置》



国家知识产权局

266580

山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号中国石油大学（华东）计算机与
通信工程学院工科楼 E 座 1713
刘昕 (15853273273)

发文日：

2019 年 07 月 10 日



申请号或专利号：**201910510475.8**

发文序号：**2019070500506870**

中请人或专利权人： 中国石油大学（华东） 中国石油集团科学技术研究院有限公司

发明创造名称： 一种基于大数据深度学习方法的低阻层精准预测方法与装置

发明专利申请初步审查合格通知书

上述专利申请，经初步审查，符合专利法实施细则第 44 条的规定。
根据专利法第 34 条的规定，专利申请自申请日起满十八个月即行公布。

初步审查合格的上述发明专利申请是以：

2019 年 6 月 28 日提交的说明书摘要；

2019 年 6 月 13 日提交的权利要求书；

2019 年 6 月 13 日提交的说明书；

2019 年 6 月 13 日提交的说明书附图

为基础的。

申请人于 2019 年 6 月 28 日提出的主动修改文件，供实质审查时参考。

专利《一种基于大数据深度学习方法的低阻层精准预测方法与装置》



国家知识产权局

266580

山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号中国石油大学（华东）计算机与
通信工程学院工科 E 座
刘昕(15853273273)

发文日:

2019 年 02 月 11 日



申请号或专利号: 201910110244.8

发文序号: 2019021100960550

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201910110244.8
申请日: 2019 年 02 月 11 日
申请人: 中国石油大学(华东)
发明创造名称: 一种多变量故障预测方法和装置

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

说明书 每份页数:5 页 文件份数:1 份
实质审查请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份
权利要求书 每份页数:2 页 文件份数:1 份 权利要求项数: 5 项
说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份
发明专利请求书 每份页数:5 页 文件份数:1 份
说明书附图 每份页数:2 页 文件份数:1 份

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第 9 条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利局初审及流程管理部

200101 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 国家知识产权局受理处收
2018.10 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质等其他形式提交的文件视为未提交。

专利《一种多变量故障预测方法和装置》



国家知识产权局

266580

山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号中国石油大学（华东）计算机与
通信工程学院工科楼 E 座 1713
刘昕(15853273273)

发文日:

2019 年 04 月 15 日



申请号或专利号: 201910297181.1

发文序号: 2019041500738040

专利申请受理通知书

根据专利法第 28 条及其实施细则第 38 条、第 39 条的规定, 申请人提出的专利申请已由国家知识产权局受理。现将确定的申请号、申请日、申请人和发明创造名称通知如下:

申请号: 201910297181.1

申请日: 2019 年 04 月 15 日

申请人: 中国石油大学(华东)

发明创造名称: 一种面向高光谱影像中地物的半监督自动标记方法与装置

经核实, 国家知识产权局确认收到文件如下:

说明书 每份页数:4 页 文件份数:1 份

权利要求书 每份页数:2 页 文件份数:1 份 权利要求项数: 5 项

发明专利请求书 每份页数:5 页 文件份数:1 份

说明书附图 每份页数:2 页 文件份数:1 份

说明书摘要 每份页数:1 页 文件份数:1 份

实质审查请求书 每份页数:1 页 文件份数:1 份

提示:

1. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 认为其记载的内容与申请人所提交的相应内容不一致时, 可以向国家知识产权局请求更正。
2. 申请人收到专利申请受理通知书之后, 再向国家知识产权局办理各种手续时, 均应当准确、清晰地写明申请号。
3. 国家知识产权局收到向外国申请专利保密审查请求书后, 依据专利法实施细则第 9 条予以审查。

审查员: 自动受理

审查部门: 专利局初审及流程管理部

200101 纸质申请, 回函请寄: 100088 北京市海淀区前门桥西土城路 6 号 国家知识产权局受理处收
2018.10 电子申请, 应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外, 以纸质等其他形式提交的文件视为未提交。

专利《一种面向高光谱影像中地物的半监督自动标记方法与装置》



国家知识产权局

266580

山东省青岛市黄岛区长江西路 66 号中国石油大学（华东）计算机与
通信工程学院
刘昕 (15853273273)

发文日：

2019 年 04 月 01 日



申请号或专利号：201910139294.9

发文序号：2019032700948440

申请人或专利权人：中国石油大学（华东）

发明创造名称：一种基于 RFID 的大规模个性化定制方法

发明专利申请初步审查合格通知书

上述专利申请，经初步审查，符合专利法实施细则第 44 条的规定。

申请人于 2019 年 02 月 25 日提出提前公布声明，经审查，符合专利法实施细则第 46 条的规定，专利申请进入公布准备程序。

初步审查合格的上述发明专利申请是以：

2019 年 2 月 25 日提交的说明书摘要；
2019 年 2 月 25 日提交的权利要求书；
2019 年 3 月 19 日提交的说明书；
2019 年 2 月 25 日提交的说明书附图
为基础的。

提示：

1. 发明专利申请人可以自申请日起 3 年内提交实质审查请求书、缴纳实质审查费，申请人期满未提交实质审查请求书或者期满未缴纳或未缴足实质审查费的，该申请被视为撤回。

2. 专利费用可以通过网上缴费、邮局或银行汇款缴纳，也可以到国家知识产权局面缴。

网上缴费：电子申请注册用户可登陆 <http://cponline.sipo.gov.cn>，并按照相关要求使用网上缴费系统缴纳。

邮局汇款：收款人姓名：国家知识产权局专利局收费处，商户客户号：110000860。

银行汇款：开户银行：中信银行北京知春路支行，户名：中华人民共和国国家知识产权局专利局，账号：7111710182600166032。

汇款时应当准确写明申请号、费用名称（或简称）及分项金额。未写明申请号和费用名称（或简称）的视为未办理缴费手续。

了解更多详细信息及要求，请登陆 <http://www.sipo.gov.cn> 查询。

审查员：李慧媛

审查部门：专利审查协作北京中心初步审查部

联系电话：010-53960311

210304
2018.10
的

纸质申请，回函请寄：100088 北京市海淀区前门桥西土城路 6 号 国家知识产权局受理处收
电子申请，应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件。除另有规定外，以纸件等其他形式提交
文件视为未提交。

专利《一种基于 RFID 的大规模个性化定制方法》



国家知识产权局

266580

山东省青岛市黄岛区长江西路66号中国石油大学(华东)工科楼E座
刘昕(15853273273)

发文日:

2019年09月20日



申请号或专利号: 201910748011.0

发文序号: 2019091701257460

申请人或专利权人: 中国石油大学(华东)

发明创造名称: 一种基于主题模型的诉求智能转办方法和装置

发明专利申请初步审查合格通知书

上述专利申请,经初步审查,符合专利法实施细则第44条的规定。

申请人于2019年08月14日提出提前公布声明,经审查,符合专利法实施细则第46条的规定,专利申请进入公布准备程序。

初步审查合格的上述发明专利申请是以:

2019年8月14日提交的说明书摘要;
2019年8月14日提交的权利要求书;
2019年8月14日提交的说明书;
2019年8月14日提交的说明书附图
为基础的。

提示:

1. 发明专利申请人可以自申请日起3年内提交实质审查请求书,缴纳实质审查费,申请人期满未提交实质审查请求书或者期满未缴纳或未缴足实质审查费的,该申请被视为撤回。

2. 专利费用可以通过网上缴费、邮局或银行汇款缴纳,也可以到国家知识产权局面缴。

网上缴费:电子申请注册用户可登陆<http://eponline.cnipa.gov.cn>,并按照相关要求使用网上缴费系统缴纳。

邮局汇款:收款人姓名:国家知识产权局专利局收费处,商户客户号:110000860。

银行汇款:开户银行:中信银行北京知春路支行,户名:国家知识产权局专利局,账号:7111710182600160032。

汇款时应当准确写明申请号、费用名称(或简称)及分项金额,未写明申请号和费用名称(或简称)的视为未办理缴费手续。了解更详细信息及要求,请登陆<http://www.cnipa.gov.cn>查询。

审查员:李瑾

审查部门:专利审查协作北京中心初步审查部

联系电话:010-53960252

210304 纸质申请,回函请寄:100088 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 国家知识产权局受理处收
2019.4 电子申请,应当通过电子专利申请系统以电子文件形式提交相关文件,除另有规定外,以纸质等其他形式提交的文件视为未提交。

专利《一种基于主题模型的诉求智能转办方法和装置》

中华人民共和国国家版权局
计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第3530833号

软件名称： 复杂网络舆情数据挖掘与分析系统
V1.0

著作权人： 席永轲;刘昕;曹帅;王宇辰;白振宇

开发完成日期： 2018年12月01日

首次发表日期： 未发表

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2019SR0110076

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



No. 03545460



软著《复杂网络舆情数据挖掘与分析系统 V1.0》

中华人民共和国国家版权局
计算机软件著作权登记证书

(副本) 证书号: 软著登字第5476831号

软件名称: 基于热线诉求的用户画像系统
V1.0

著作权人: 席永轲;岳光纯;孙相鹏;朱宜昌;刘昕

开发完成日期: 2020年04月17日

首次发表日期: 未发表

权利取得方式: 原始取得

权利范围: 全部权利

登记号: 2020SR0598135

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定, 经中国版权保护中心审核, 对以上事项予以登记。



No. 05834211



2020年06月10日

软著《基于热线诉求的用户画像系统》

中华人民共和国国家版权局
计算机软件著作权登记证书

(副本)

证书号： 软著登字第5469034号

软件名称： 石油大数据分析系统
V1.0

著作权人： 孙玉强;牛庆威;张如玉;刘昕;席永轲

开发完成日期： 2020年03月20日

首次发表日期： 未发表

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2020SR0590338

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



No. 05826819



2020年06月09日

软著《石油大数据分析系统》

中研十4

中华人民共和国国家版权局 计算机软件著作权登记证书

证书号： 软著登字第3670491号

软件名称： 关联性分析系统
V1.0

著作权人： 白振宇;席永轲;白婷婷;王宇辰;张孝苗

开发完成日期： 2018年01月15日

首次发表日期： 未发表

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

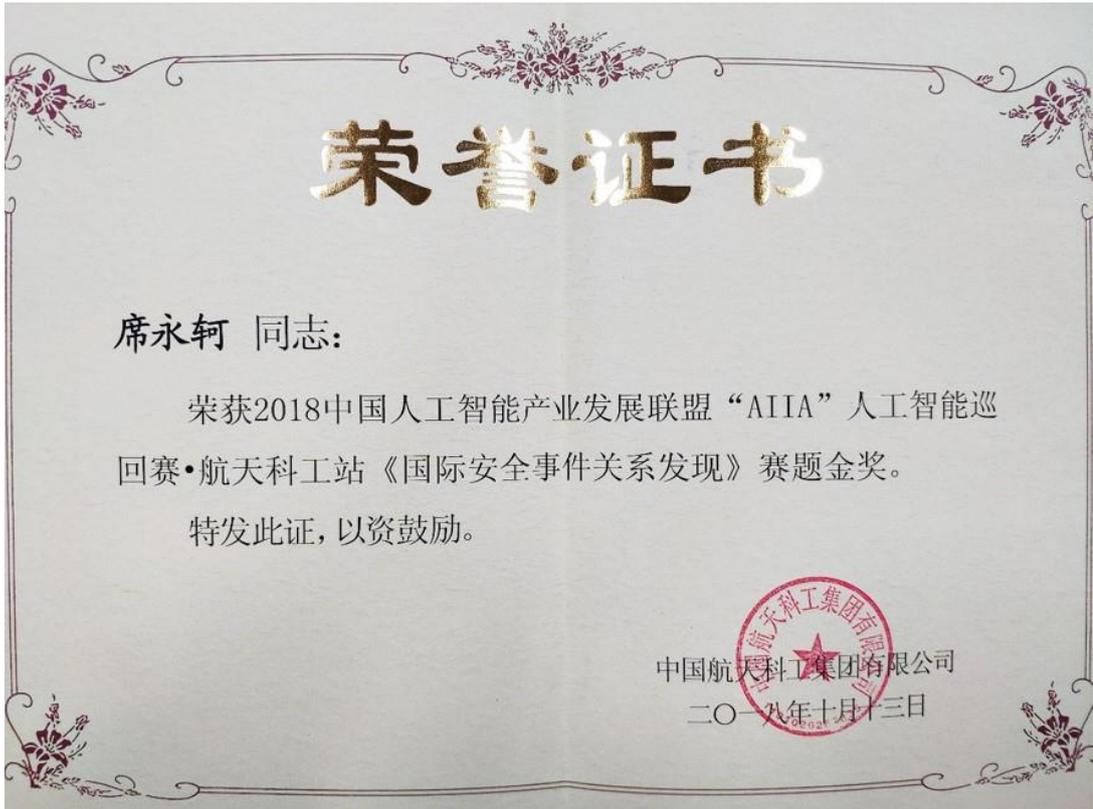
登记号： 2019SR0249734

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。

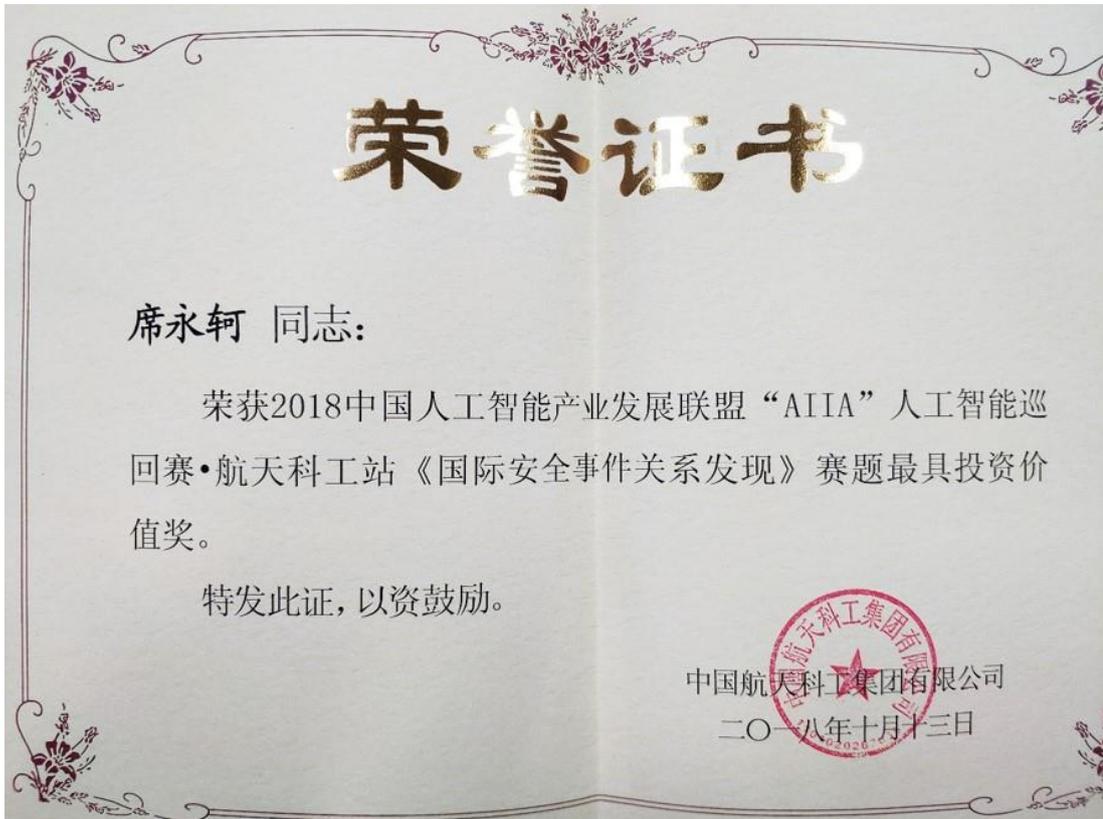


No. 03707032

软著《关联性分析系统 V1.0》



2018年“AIIA”杯人工智能巡回赛航天科工站金奖



2018年“AIIA”杯人工智能巡回赛航天科工站最具投资价值奖



第十六届“挑战杯”·鲁南制药山东省大学生课外学术科技作品竞赛二等奖

山东省教育厅

鲁教研函〔2019〕2号

山东省教育厅 关于公布2019年优秀博士学位论文 优秀硕士学位论文和研究生优秀成果奖 获奖名单的通知

2019年山东省研究生优秀成果奖获奖名单

153	中国石油大学 (华东)	席永轲 张孝苗 郑亮	面向复杂舆情的数据挖掘与新知识发现技术	刘昕 张春营	二等奖	专业学位
-----	----------------	------------------	---------------------	-----------	-----	------

2019年山东省研究生优秀创新成果奖二等奖

参赛证明

大赛名称：第十二届“挑战杯”大学生创业计划竞赛校赛

获奖等级：金奖

项目成员信息（按先后顺序）：

席永轲， Z18070046；

岳光纯， 1704020130；

朱宜昌， 1709030129；

牛庆威， Z19070040；

赵欣玥， 1707030210；

石祥沛， 1808010222；

辛威龙， 1808020227；

郑 亮， Z19070013；

孙玉强， Z18070031；

张如玉， Z19070028。

以上情况属实，特此证明！

共青团计算机科学与技术学院委员会



第十二届“挑战杯”大学生创业计划竞赛校赛金奖

第六届中国“互联网+”大学生创新创业大赛获奖证明

项目名称：识现科技——舆情分析先进技术的引导者

获奖等级：山东省省赛银奖

团队成员： 席永轲、朱宜昌、岳光纯、石祥沛、牛庆威、赵欣玥、
辛威龙、郑亮、孙玉强、张如玉

团队成员详细信息如下：

学院	班级	学号	姓名
计算机科学与技术学院	研 2018 级 3 班	Z18070046	席永轲
计算机科学与技术学院	计算 1804	1709030129	朱宜昌
计算机科学与技术学院	计算 1702	1704020130	岳光纯
计算机科学与技术学院	计算 1802	1808010222	石祥沛
计算机科学与技术学院	研 2019 级 3 班	Z19070040	牛庆威
计算机科学与技术学院	计算 1702	1707030210	赵欣玥
计算机科学与技术学院	软件 1802	1808020227	辛威龙
计算机科学与技术学院	研 2019 级 2 班	Z19070013	郑亮
计算机科学与技术学院	研 2018 级 2 班	Z18070031	孙玉强
计算机科学与技术学院	研 2019 级 2 班	Z19070028	张如玉

计算机科学与技术学院团委

2020年9月2日

委员会

第六届中国“互联网+”大学生创新创业大赛山东省省赛银奖

四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

本成果目前已在“山东省重点研发计划项目-复杂社交网络舆情热点实时发现与追踪”得到成功应用，并相继与山东亚微软件股份有限公司、临沂市政府热线办、中国石油勘探开发研究院、中国石油大港油田第一采油厂等单位取得相关合作。

山东省重点研发计划 项目任务书

项目编号: 2017GGX10140
项目名称: 复杂社交网络舆情热点实时发现与追踪
项目主管部门(甲方): 中国石油大学(华东)
项目承担单位(乙方): 中国石油大学(华东)计算机与通信工程
项目协作单位: 山东华东电脑科技有限公司
项目负责人: 刘昕
联系电话: 0532 86980627
起止时间: 2017年07月至2019年06月

山东省科学技术厅
二〇一七年制

1 of 15

山东省重点研发计划项目-复杂社交网络舆情热点实时发现与追踪

应用证明

兹证明，中国石油大学(华东)谛听团队所开发的热线诉求数据整合分析平台已在我单位得到应用。通过进行词向量训练全面表征文本信息并将词向量融合在二维空间，有效解决了热线数据量大且杂、难以准确分析数据的问题；基于局部密度的快速聚类算法有效解决了诉求信息多层次分类问题，可以发现社会民生中存在的具体问题；数据报表模块可秒级响应得出柱状图、饼图、雷达图等可视化数据展示图；PARMTRD 并行关联规则算法有效解决了不同类型、不同地点、不同处理部门诉求事件之间的关联性挖掘问题；新知识发现技术能够在不断增加的工单数据中及时有效发现新出现的社会热点问题；在办理部门预测功能中，应用 LDA 主题模型进行办理单位预测，可在 2 秒内得到预测部门结果，达到历史最高水平；情感分析模块可对不同时间段内民众的综合情绪变化进行实时监控；地图标定模块可根据案件不同的事发地进行一定范围的标注。此系统极大的提高了政府热线服务的效率与质量，节约了人力成本。

临沂市 12345 政务服务热线受理中心

2020年8月27日

临沂市政府热线办合作证明

实用证明

中国石油大学(华东)谛听团队针对油井数据资料集成多种算法研发了一套数据分析方案,在中国石油勘探开发研究院油田开发研究所承担的“通过应用大数据深度学习方法预测合注条件下各分层剩余油饱和度的碳素研究”和“基于大数据应用的油气勘探开发创新增效示范工程”的项目中进行合作研究和实际应用。其中采用降维算法将高维参数特征融合,结合基于局部密度的快速聚类算法实现所有小层分类,并分析小层特征;采用并行关联规则算法挖掘测井参数、录井参数、生产参数之间的关联关系,挖掘影响产油量的参数及其影响程度;发现与油层相似的小层,探索出一种低阻层挖潜、发现潜力层的新方法。

特此证明!

中国石油勘探开发研究院

油田开发研究所

证明人:



2019年4月7日

中国石油勘探开发研究院实用证明

实用证明

中国石油大学(华东)谛听团队针对油井数据资料集成多种算法研发了一套数据分析方案,在“基于大数据应用的油气勘探开发创新增效示范工程”试点单位大港油田进行实际应用。其中采用降维算法将高维参数特征融合,结合基于局部密度的快速聚类算法实现所有小层分类,将具有相同特征的小层聚为一类,并分析小层特征;采用并行关联规则算法挖掘测井参数、录井参数、生产参数之间的关联关系,发现影响产油量的参数及其影响程度;采用相似度计算发现与油层相似的小层,实现低阻层干层挖潜,准确发现潜力层。

特此证明!



中国石油大港油田第一采油厂实用证明

五、可行性分析

(同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等)

互联网的兴起使各种网络平台产生了海量复杂的舆情数据,

并继续呈指数级增长。由于舆情信息对于社会、政府和民众的影响力，舆情数据分析以及深度挖掘其中的有效信息成为新的研究热点。

目前国内外的舆情分析平台有一定数量及市场空间，但多注重舆情监测、统计分析等功能，且只针对某一事件进行多维度分析，而不注重多个事件之间关联关系的挖掘，大多数系统不能满足新知识发现实时性的要求。现有的一些舆情分析产品如军犬舆情系统，只能根据关键词进行关注信息的匹配，不能及时形成舆情热点；邦富互联网舆情系统的监测功能较弱，检索和文本处理效果差；新浪舆情通系统利用大数据技术只针对某一事件多维度分析，但是不提供事件的关联关系分析。另外，目前存在的舆情分析系统都无法对事件之间的关联关系进行有效的分析。

在人民网舆情监测室、证券时报舆情监测室推出世界金融危机以来中国境内企业舆情应对能力排行榜上，前 9 家企业都在“蓝色警报”线之下，也就是说境内企业应对网络舆情的能力大都在合格线之下。

与上述舆情分析平台相比，本成果采用独创的 PARMTRD 算法和自主研发的基于社区划分方法进行社会热点话题的发现以及基于 IW-FPE 增量式知识库更新算法，能够进行深层次的数据挖掘和新知识发现，挖掘多个事件之间潜在的关联关系，有助于事件的进一步分析；针对大数据集中的增量数据，可以及时快速地发现新出现的知识，如在长春长生疫苗事件爆发时，当相关数据

增量加入到数据库时，可以及时发现新出现的这一事件，以便政府相关人员及时作出相应决策；本成果除了可以实时获取影响力较大的用户的热点信息，也可以及时发现普通用户中潜在的热点信息，对热点的获取更为全面，有利于政府和企业相关人员及时全面地作出决策。

本成果的商业模式采用 B2B 模式。目前已经为部分合作企业提供平台入驻业务，得到了较好的反馈结果。团队现有技术已经较为成熟，可以为合作单位按需求提供合适的舆情分析服务，包括舆情监测、大数据分析、关联关系挖掘等。在提供基础服务的同时，能提供较好的后期技术保障，团队掌握核心技术，能够根据用户需求提出合适的问题解决方案。

企业预计投资方面，企业拟融资两百万用于技术支持和其他事项，另外拟出让百分之 10 的股权，预计股东在两年以内可以达到投资回收期。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

舆情分析属于新兴产业，前景好且受众广。目前团队成果已经较为成熟，相关知识产权全部由团队成员掌握，团队专注舆情分析和知识挖掘领域多年，有丰富的实践经验和深厚技术基础。目前成果产业化的难点在于虽然成果已经较为成熟，大部分技术

已经落地应用，在临沂、青岛、济南热线办部署。另外成果的市场组织方面如投资促进以及征信担保等还需要进行建设。

成果应用前景良好且应用范围广，几乎涵盖当前所有产业，大多数企业都可用到成果相关技术。目前已经与部分企业达成合作意向，如中国石油勘探研究院、大港油田、山东亚微软件有限公司等。意向合作方式主要有战略联盟、业务外包等，另外根据合作方意向考虑适当的合作方式。

七、团队简介

（建议图文并茂）

本团队来自中国石油大学（华东）计算机科学与技术学院，由 1 名教授、3 名副教授，30 名硕士研究生组成。本团队专注于舆情分析、大数据处理、知识挖掘、网络安全、社会计算、群智感知等方向的研究工作，尤其在自然语言处理、舆情数据收集与分析方面具有深厚的技术基础与丰富的实践经验，本团队已发表相关论文 40 余篇，相关国家发明专利 20 余项，指导老师负责及参与省部级以上项目 14 项，在科学竞赛方面，本团队同样拥有不错成绩，2018 年“AIHA”杯人工智能巡回赛航天科工站，获得金奖与最具投资价值奖，第十六届“挑战杯”·鲁南制药山东省大学生课外学术科技作品竞赛二等奖，2019 年山东省研究生优秀创新成果奖二等奖，第六届中国“互联网+”大学生创新创业大赛山东省省赛银奖，第三届世界智能驾驶挑战赛-信息安全挑战赛优胜奖等成绩。同时，本团队独立研发了具有自主知识产权

的舆情分析体系，具有数据挖掘技术的核心技术和独有特色，并对多个舆情事件进行多角度跟踪分析。另外，对其他多个领域的数据如空调设备运行数据、电力设备运行数据、国家电网指标数据、省诉求热线数据、勘探井数据等进行了深入独到的分析，挖掘大数据中隐含的有价值的信息。

以下为部分团队照片：





八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱: zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

可产业化成果介绍

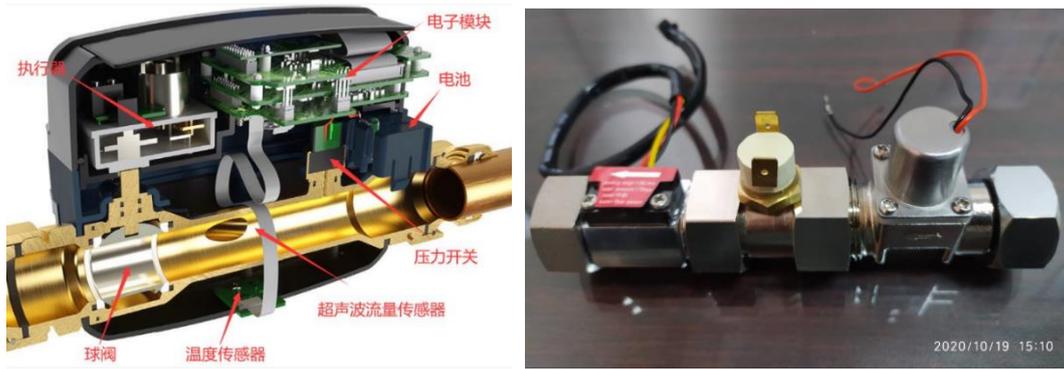
一、成果名称

AIoT 节水安防系统

二、成果简介

（包括原理、功能、应用领域及可拓展领域等，字数限 500 字，建议图文并茂）

我国城市每年水漏损总量约 100 亿方，直接经济损失 300 亿元以上，超过 25%的家庭存在表后漏水问题；美国每年近 2%的家庭发生灾难性漏水事件。基于给水系统运行状态数据，综合运用人工智能、物联网、大数据、云计算、流体力学等技术开发的 AIoT 节水安防系统包括物联网终端仪表、数据管理云平台 and 手机 APP 三部分，并采用云边端协同框架，将中心云、边缘服务器和 IoT 终端相互连接，并合理分配算力和业务，可充分发挥中心云规模化、边缘计算本地化与低成本 IoT 终端感知的各自优势，更好匹配各类应用场景，实现在线监控漏水、浪费用水及偷水现象，有效节约水资源和防范泡淹房屋、水连电起火，甚至人员伤亡等次生灾害，为客户提供最科学、最经济的节水安防解决方案。可直接应用于家庭、高校、办公楼、宾馆、酒店等建筑体，亦可拓展应用于消防、燃气、供热、输油等流体输运系统。关联数字城市、智慧城市、节水型城市建设，完全符合国家新基建战略，AIoT 类产品是未来发展趋势，其市场前景广阔，市场体量超万亿。



物联网终端仪表

设备控制台											退出登录
添加设备											
编号	名称	经度	纬度	总用水量(升)	状态	检漏模式	阈值类型	阈值大小	电量	操作	
145	管委楼一楼男厕	120.189225	35.952276	607.0	离线	大漏失、小漏失都检测	时间	10	正常	修改参数 解除	
134	集团办公中心(门)	120.189225	35.952276	13228.5	正常	只检测大漏失	时间	300	正常	上传数据 禁止用水 重启 修改参数 解除	
151	测试	120.189225	35.952276	44.4	离线	只检测大漏失	时间	5	正常	修改参数 解除	
123	集团办公中心(窗)	120.189225	35.952276	3870.5	离线	只检测大漏失	时间	180	正常	修改参数 解除	

数据管理云平台



手机 APP

三、先进性

(国际或国内或行业所处水平、拥有知识产权或获得奖励情况等，建议图文并茂)

经过 10 年专研，自主研发的 AIoT 节水安防系统处于世界领先水平。该系统已成功入围水利部与教育部联合征集的 2020

年度成熟适用水利科技成果推广运用清单（第 7 个：
http://www.mwr.gov.cn/zwgk/zfxxgkml/202003/t20200324_1393457.html）。已申请美国专利 1 项，授权国内发明专利 3 项，实用新型专利 3 项，软件著作权 3 项。

The screenshot shows the official website of the Ministry of Water Resources of the People's Republic of China. The page displays a public information notice regarding the promotion of mature and applicable water science and technology achievements for the year 2020. The notice includes the following details:

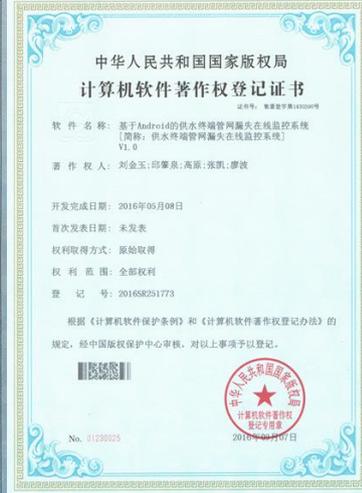
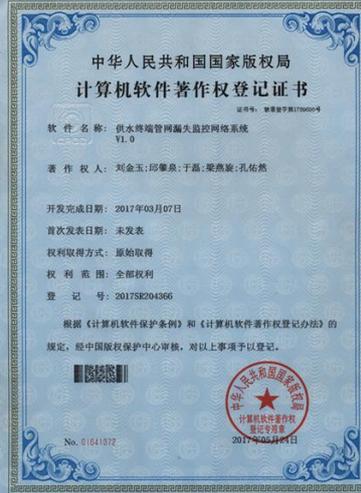
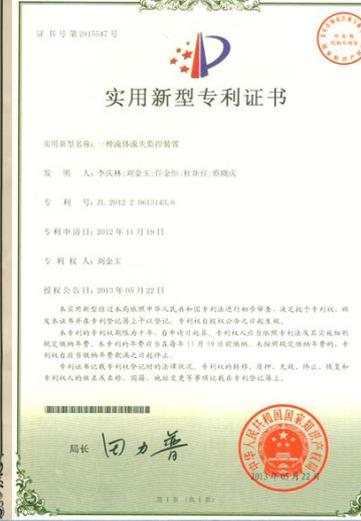
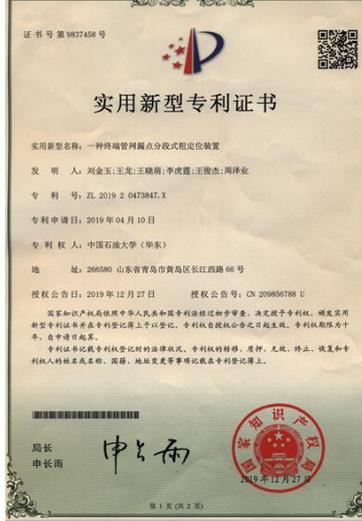
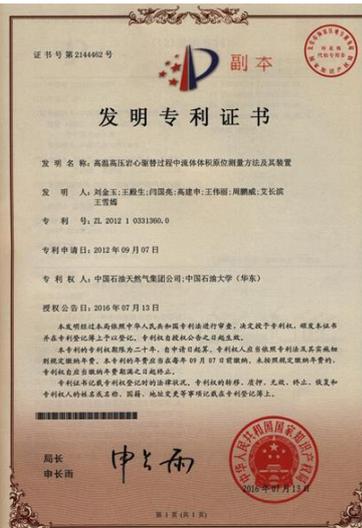
- 索引号:** 111000/2020-00024
- 发布机构:** 水利部
- 名称:** 水利部办公厅关于发布2020年度成熟适用水利科技成果推广清单的通知
- 信息所属单位:** 国科司
- 发文日期:** 2020年02月24日
- 文号:** 办国科[2020]27号

The notice title is: 水利部办公厅关于发布2020年度成熟适用水利科技成果推广清单的通知

7	建筑节能水安防技术（漏水、偷水及浪费用水联合在线监控）	该技术综合利用人工智能、大数据、物联网、云计算等对建筑终端供水系统漏水、偷水以及浪费用水进行在线监控。实现了大漏失与微小漏失事件的联合在线监控，且自动切换监控功能，整体误报率小于1%。仪表结构简单，成本低，接口标准化，易于安装。适用于建筑给水系统、消防管线等终端输送系统运行状态在线诊断	中国石油大学（华东）
---	-----------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

The screenshot shows a US Utility Patent Application Transmittal form. The form is titled "UTILITY PATENT APPLICATION TRANSMITTAL" and includes the following information:

- Attorney Docket No.:** 099Y00.0001
- First Named Inventor:** Jinyu LIU
- Title:** LEAK DETECTION DEVICE AND METHOD
- Priority Mail Express® Label No.:** (blank)
- ADDRESS TO:** Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450
- ACCOMPANYING APPLICATION PAPERS:**
 - 10. Assignment Papers (cover sheet & documents) Name of Assignee
 - 11. 37 CFR 1.77(d) Statement (when there is no assignee)
 - 12. English Translation Document (if applicable)
 - 13. Information Disclosure Statement (P113/18/08 or P113-1448)
 - Copies of citations attached
 - 14. Preliminary Amendment
 - 15. Return Receipt Postcard (MPEP § 503) (Should be specified/indicated)
 - 16. Certified Copy of Priority Document(s) (If foreign priority is claimed)
 - 17. Nonpublication Request (Under 35 U.S.C. 122(b)(2)(B)) Applicant must attach form P113/18/15 or equivalent.
 - 18. Other:
- 13. CORRESPONDENCE ADDRESS:**
 - The address associated with Customer Number: 89980 OR Correspondence address below
 - Name: Yuanzhang Han
 - Address: (blank)
 - City: (blank) State: (blank) Zip Code: (blank)
 - Country: (blank) Telephone: (blank) Email: (blank)
 - Signature: /Yuanzhang Han/ Date: October 26, 2018
 - Name (Print/Type): Yuanzhang Han Registration No. (Attorney/Agent): 57.233



四、成熟度

(实验、中试或应用情况等，可附图片)

AIoT 节水安防系统已在北京和青岛两地开展试点应用，系

统运行稳定可靠。已有多家企业对 AIOT 节水安防系统表达了浓厚兴趣，相关企业包括北京城建集团、上海建工集团、CEC 华大科技、小米生态链公司、北京安恒集团、厦门矽创微电子科技有限公司、中云沃达（山东）物联网科技有限公司等。

新闻中心

青岛国际经济合作区建筑给水系统智慧化建设

园区动态 | 2019-07-11 09:53:50 | 中德生态园 | 

字号：放大 正常

日前，青岛国际经济合作区为期八个月的建筑给水系统智慧化建设试点工程成功开展。试点期间，系统运行稳定并成功监测到多起漏水事件，及时报警并切断水源，效果显著，大大推进了园区智慧城市建设的进程。

建筑给水系统主要由给水管网、阀门、水龙头、热水器、净水器等器件组成。一旦建筑给水系统存在漏水隐患，就会造成大量水资源浪费，同时，建筑体内漏水还极易引发泡淹房屋、水连电起火，甚至人员伤亡等次生灾害。为此，中国石油大学（华东）刘金玉老师团队联合运用人工智能、大数据、云计算、物联网、软件工程和流体力学等技术和理论，经过十几年研发，世界首创了一种建筑给水系统智慧化技术。该项技术成功解决了长期困扰世界各国的建筑供水系统漏水、浪费用水及偷水问题，技术水平世界领先，目前已授权国内发明专利，并申请了美国专利。在此技术之上已开发出一整套智慧化建筑给水系统，该智慧化系统由智慧化终端仪表、云端平台及手机APP三部分组成。

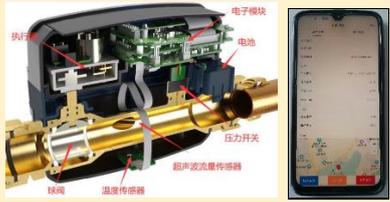
为加快推进青岛国际经济合作区智慧城市建设，探索校地合作新模式，由青岛国际经济合作区管委规建局牵头，在园区内开展建筑给水系统智慧化建设试点工程。试点首选管委办公楼和集团办公中心两栋建筑，八个月期间，系统运行稳定，成功监测到了多起漏水事件并及时报警、关闭阀门、切断水源，有效减少了水资源浪费，杜绝了泡淹房屋、水连电起火等次生灾害，推进了园区智慧城市建设的进程。

五、可行性分析

（同类或相似成果目前市场应用概况、竞争性分析、商业模式、企业预计投资规模及投资回报等）

针对建筑给水系统漏水、浪费用水及偷水现象，以及泡淹房屋、水连电起火，甚至人员伤亡等次生灾害。目前国内市场基本全是水浸传感器类产品，该类产品的功能和效果非常有限；美国等极少数国家近两三年推出了 AIoT 类产品，提升了监控水资源浪费及防范次生灾害的效果，但相比我方独立自主开发的 AIoT 节水安防系统仍存在几个关键技术短板。AIoT 节水安防系统由物联网终端仪表、数据管理云平台 and 手机 APP 三部分组成，均与

竞争者形成差异化，产品具有市场竞争优势。物联网终端仪表功能更强大、结构简单、成本低、安装方便、易于操控；数据管理云平台 and 手机 APP 架构更合理，功能更多，基于对用水数据更加精细化的采集和分析，可挖掘的数据价值更大。详见如下国内外同类产品对比表。

产品比较项	水浸传感器	漏控水表（美国的摩恩 FLO 等）	AI 漏控仪（自主研发）
图片			
监控原理	基于水的导电原理，用电极探测不该有水的地方是否有水存在，进而判断是否存在漏水	认为家庭日常用水存在一定的规律性，仪表安装前期先自动学习到家庭日常用水规律，通过与后续日常用水实际情况对比，两者相差较大时，认为存在漏水	大漏失判断：以过程量为检测参量， 终端 以定性判断为主、定量计算为辅（ 云边端协同 ） 微小漏失判断：通过施加干预，以过程量和状态量为检测参量的定性判断方式
漏控功能	弱 可监控少量的大漏失，当漏出的水正巧导通水浸传感器时方可监控，但漏水基本沿着墙壁和地面积下，无法导通水浸传感器	中 可监控大部分大漏失，由于家庭日常用水规律性不强，为了降低误判率，却增加了漏判率，无法监控微小漏失，因为本漏控原理需要分析用水数据，微小漏失时，采集不到流量，故 无法监控微小漏失	强 大漏失和微小漏失联合监控且可自动切换，可监控绝大部分大漏失，首次实现了对微小漏失的监控，而建筑体内， 微小漏失占绝大部分
判断及时性	差 待漏水导通水浸传感器时，已漏出大量水， 及时性差	一般 大漏失判断 1 小时左右	及时性强 大漏失判断：3 分钟左右，（ 首创重试功能 ） 微小漏失判断：3 秒左右（ 特征创造 ）
监控区域	小 水浸传感器 不适用于卫生间 ，因为淋浴，洗衣等易触发水浸传感器，而卫生间是漏水概率最大的地方	大 整个建筑单元（比如整个家庭）	大 整个建筑单元（比如整个家庭）
功耗	一般 水浸传感器和电磁阀为分体式，不与外界通讯下亦需要无线通讯连接两者，增加了通讯功耗	大 流量数据采集量大，实时性高，运算功耗比较大	一般 流量数据采集量小，非实时采集，采用 按需唤醒式采集 ，以定性判断为主，运算量小， 功耗大大降低
体积结构	大 分体式	小 一体式	小 一体式
安装	不方便 电磁阀的安装需要开挖墙壁和割管	方便 可直接替换水表，水表的安装位置是预留的	方便 可直接替换水表 ，水表的安装位置是预留的

美观	影响	水浸传感器裸露在地面，影响装修效果，且易被踩踏	不影响	隐藏于墙壁内	不影响	隐藏于墙壁内
成本组成	中	多了网关和通讯模块的成本	高	运算量较大，所需运算模块价格相对较高	中	所用机械部件和电子产品价格低

商业模式：

优选TOB市场，我国民众节水意识淡薄，高校、酒店、商场、医院、办公楼等公共场所普遍存在浪费用水现象，显著增加了经营单位的水费开支。2019年，国家发改委、水利部印发《国家节水行动方案》、《服务业用水定额》等政策文件，首次在全国范围对服务业领域用水进行严格约束。建筑给水系统存在跑冒滴漏现象，造成水资源浪费的同时，易引发泡淹房屋、损坏设备、水连电起火，甚至人员伤亡等次生灾害，严重影响了单位正常营业，给企业带去重大经济损失。上述存在的现实痛点以及国家政策要求决定了TOB市场的广阔前景，且已有多家节水型高校建设项目方、节水型机关建设项目方主动与我方联系，希望配备我方产品。

后选 TOC 市场，家庭住宅给水系统亦存在跑冒滴漏现象，同时我国老龄化加剧，老人忘关水龙头现象增多，上述现象造成水资源浪费的同时，易引发泡淹房屋、损坏家电、水连电起火，甚至人员伤亡等次生灾害，给家庭带去重大经济损失。出于保护家庭财产及人员安全考虑，个人具有购买意愿。

未来对接房地产、公安、交通等行业，进军城市大脑领域，助力数字城市、智慧城市、节水型城市建设。

(1) 服务公共机构（酒店、高校、办公楼等）：①公共场所

浪费用水现象普遍且严重，在线识别浪费用水行为，减少浪费用水量；②在线检测漏水现象，节约水资源，防范漏水引发的泡淹房屋、水连电起火，甚至人员触电伤亡等次生灾害。

（2）服务水务企业：①提升企业的数字化和智慧化程度，提高企业工作效率；②降低漏损率，降低市政管网承压负荷和泵站机组工作负荷；③支持比阶梯水价更科学的峰谷分时水价，削峰填谷，进一步降低市政管网承压负荷和泵站机组工作负荷，提高企业经济效益。

（3）服务家庭：①家庭供水管网埋设于墙壁内或地面下，漏水难以发现，马桶等器具漏水难以发觉，即使爆管跑水，因人员工作不在家也难以及时发现，在线检测漏水，节约水资源，防范漏水引发的泡淹房屋、水连电起火，甚至人员触电伤亡等次生灾害；②老龄化，生活快节奏致使忘关水龙头现象增加，家庭水漫金山，损失严重；③漏水跑水下渗，楼下受损更加严重，维修赔偿费高。

（4）助力疫情防控：居民“聚集”、“外出”和“返回”行为引发用水数据异常，比如家庭聚会，会增加用水量、用水频率等，基于用水数据，利用人工智能技术在线管控追踪流动人员，防范疫情传播，助力政府和社区科学精准防控。

（5）服务房地产业：①一户一表，仪表数量即为住宅数量，精准掌控房屋数量；②基于用水数据分析房屋空置率；③基于用水数据分析房屋使用率，用水数据变化趋势代表城市人口流动趋

势，即城市发展趋势，指导房地产企业合理规划，避免过度开发或错失良机。

(6) 对接天网：①基于用水数据挖掘室内非法生产经营活动；②基于用水数据分析逃犯此时此刻是否隐藏室内，避免蹲点值守打草惊蛇和减轻民警工作压力。

产品定位	可合作对象	说明	
漏控水表	水务集团	直接替换现有水表	具有水表功能，替代人工抄表，降低水务集团漏损率，提高水务行业经济效益。
漏控仪	智能家居厂商	自由销售、水表后安装	家庭漏水，不仅增加水费， 更大损失为 漏水造成的泡淹房屋、水连电起火、甚至人员伤亡等次生灾害，漏控仪具有 保护家庭财产及人员安全 的功能。
节能平台	酒店、办公楼、学校等	漏控仪硬件配套节能平台软件	酒店、办公楼、学校等公共场所用水个人不承担水费，致使存在大量浪费用水现象，增加经营单位经济损失。
	水务集团、节水办、环保局		节水涉及经济、环境和社会多重问题，是国家需要，有相关政策要求，隶属于相关职能部门本职工作，平台的建设可为国家节约水资源，是 政绩工程 。
数据资源	百度、华为等大数据互联网公司	数据已成为资源	漏控仪为智慧水务（智慧城市）建设提供基础数据。
网络金融	腾讯、阿里巴巴	嵌入支付宝或微信	具有水费代缴功能，可形成巨大资金池。
建筑消防标准	大型开发商、住建部等部门	申请建筑消防标准（一流企业定标准）	建筑漏水可引发泡淹房屋、水连电起火，进而造成人员伤亡，可申请作为 建筑消防标准 。
高档楼盘	大型开发商	高档装修	提升楼盘品质，进而提高楼价
物联网漏控仪	华为、移动、电信等物联网公司	助推华为NB芯片市场，扩大移动、电信等流量市场	物联网漏控仪配套华为NB-IoT模块，助推华为NB芯片市场，物联网仪表消耗流量，扩大移动、电信等流量市场。
数据挖掘	公安	助力智慧天网	挖掘用水数据，可分析建筑体内是否存在非法活动，以及逃犯当时是否在屋内。

投资规模约在 500 万-1000 万之间(不包括厂房、设备投入，AIoT 节水安防系统所用硬件均为市场成熟器件，代加工方式)。预期五年内可创产值上亿，利税每年可上千万。

六、产业化实施路径

（当前产业化的难点、需求、潜在合作单位、意向合作方式等，意向合作方式包括转让、许可、作价入股、联合实施、协商确定等）

已有多家节水型高校建设、节水型机关改造项目应用方主动与我方联系，希望配备我方产品。目前缺少投资、生产方和市场推广团队，希望与 CT、IT、DT、AI 类企业合作推广，合作方式包括技术许可、产品区域代理、股权融资等。

七、团队简介

（建议图文并茂）

团队组成：教授 1 人，副教授 2 人，讲师 1 人，实验师 1 人，其中泰山学者青年专家 1 人。

渐令，男，1981 年生，博士，教授，博导，泰山学者青年专家，IEEE SMCS 认知计算技术委员会委员，IEEE 高级会员，SIAM 会员，中国自动化学会数据驱动控制、学习与优化专业委员会委员，中国双法研究会数据科学分会常务理事，中国石油大学（华东）数据科学与智能决策科研团队负责人。围绕数据流挖掘迫切需要解决的大规模、实时性、耐噪性等瓶颈问题，提出了大规模在线核学习算法、耐噪在线学习算法等一系列原创性算法，形成数据流挖掘的在线学习基础理论与算法体系，所提算法具有计算复杂度低、可扩展性强等优点。先后在美国亚利桑那州立大学、美国西肯塔基大学访问学习。主持国家自然科学基金（面上、青

年、专项)、山东省重点研发计划、山东省自然科学基金项目等科研项目 10 项。在 IEEE TNLS、DMKD、ACM TIST 等领域权威期刊和国际顶级会议 IJCAI、ICMD 发表学术论文 30 余篇, Google Scholar 中被引 750 次, 单篇最高被引 110 次, H 指数为 16。申请国家发明专利 10 项, 已授权 3 项。

李世宝, 副教授, 博士生导师, 无线网络与移动计算科研团队负责人, 中国石油大学智能网联研究室负责人, 通信工程专业教学团队负责人, 中国石油大学校级优秀教师, 十佳班主任, 大学生创新创业优秀指导老师。主要研究方向为移动计算、无线大数据、宽带无线通信、智能信息处理, 主持或参与国家专项、国家自然科学基金等科研项目十余项, 在《IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS》、《IEEE COMMUNICATIONS LETTERS》、《通信学报》、《计算机学报》等期刊或会议上发表论文 80 余篇, 其中 SCI 或 EI 收录 40 余篇, 获山东省优秀教学成果奖一等奖 1 项, 中国机械工业科学技术奖二等奖 1 项, 山东省科技进步三等奖 1 项, 山东省实验教学成果三等奖 1 项, 其他厅局级奖励十余项。

宋允全, 1980 年生, 博士, 副教授, 硕士生导师, 中国青年统计学家协会常务理事、中国现场统计生存分析分会副秘书长、中国现场统计高维数据分会理事、青岛市统计专家咨询委员会委员。现主要理论研究为高维数据分析、变量选择、数据降维、不完整数据分析、机器学习与数据挖掘, 主要应用于时空数据建模分析在海洋溢油检测、地震前兆遥感信息提取与分析中的应用,

遥感图像处理与智能算法设计与软件封装。主持或参加科研项目 15 项，发表 SCI 论文 20 多篇，申请专利 9 项。

刘金玉，1979 年生，在青岛国际经济合作区管理委员会规划建设局以专家顾问身份挂职，协助园区智慧城市和海绵城市建设。目前致力于综合运用人工智能、物联网、大数据、云计算、流体力学等技术开展终端水系统智慧化研究。带队自主研发的 AIoT 节水安防系统处于世界领先水平，该系统已成功入围水利部与教育部联合征集的 2020 年度成熟适用水利科技成果推广运用清单（第 7 个：http://www.mwr.gov.cn/zwgk/zfxxgkml/202003/t20200324_1393457.html），相关技术已申请美国专利 1 项，授权国内发明专利 3 项，实用新型专利 3 项，软件著作权 3 项，发表科技论文 30 多篇，作为负责人主持山东省重点研发计划 2 项，参与国家 973 项目 1 项，国家自然科学基金面上项目 2 项，及其他科研项目 20 余项，熟悉海绵城市和智慧城市建设，与国内外相关研究机构及专家密切交流。在培养学生方面成绩突出，多名本科生被保送清华、北大、中科院等科研院所进修，指导大学生荣获国家级科技竞赛奖 10 余项，其中包括第十四届“挑战杯”全国一等奖，2015“清洁节水青春行”全国高校节水主题创意方案大赛一等奖，第四届全国大学生水利创新设计大赛一等奖等。

梁锡军，1984 年生，博士，硕士生导师，IEEE 会员。近年来一直从事统计机器学习和大规模优化算法的研究，特别在在线

学习算法、半监督学习、推荐系统等方面开展了一系列研究工作。主持国家自然科学基金青年基金、山东省自然科学基金青年基金等省部级以上科研项目 2 项，以骨干成员参与国家科技重大专项 1 项。在 Knowledge and Information System、BMC Genomics、IEEE Trans. Neur Net Lear、TCBB 等期刊发表科研论文 20 余篇，在 BIBM、ICCABS 等重要会议发表论文 5 篇，申请国家发明专利 8 项，已授权 2 项。

八、联系人及联系方式

技术转移中心：臧老师、苏老师

电话：0532-86981833

邮箱：zangzewei88@163.com、suchunhua@upc.edu.cn

理学院：刘老师

电话：15318884566

邮箱：ljy@upc.edu.cn