



齐鲁工业大学(山东省科学院)
QILU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY SHANDONG ACADEMY OF SCIENCES



齐鲁工业大学
官方微信



【公众号】齐鲁工大
省科学院成果转化

齐鲁工业大学（山东省科学院）科技合作与成果转化处

地址：山东省济南市长清区大学路3501号

邮编：250353

邮箱：zscq@qlu.edu.cn

办公电话：0531-89631907, 89632028, 89632039

齐鲁工业大学（山东省科学院）

科技成果选编

Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences)
Science and Technology Achievements



齐鲁工业大学（山东省科学院）

科技成果选编

Qilu University of Technology (Shandong Academy of Sciences)
Science and Technology Achievements

齐鲁工业大学（山东省科学院）概况

PART 01 第一部分
计算机科学与技术学部

计算机科学与技术学部简介	006
仪器简介	006
成果简介	
多模态语义分析关键技术及应用	007
复杂异构网络分布式安全态势感知系统	009
工控安全靶场平台	010
基于多模态数据融合的知识服务关键技术研发	011
基于多重损失优化的数字图像可逆信息隐藏误差预测方法	013
基于工业物联网的离散制造车间数据采集与处理系统研发及应用示范	015
基于水印和感知哈希的主动深度伪造检测方法	016
超算运维协同分析平台	017
磁流体与精确粒子混合模拟程序	018
可自主配置硬件资源的安全PLC构建关键技术研究	019
灵犀易算云平台	020
面向核心装备的仿真技改解决方案	021
面向智慧农业的农机装备智能控制系统关键技术研发	022
敏感数据隐私计算系统	023
声信息安全防护设备	024
数据驱动的智慧政府治理关键技术	025
数字化转型解决方案应用推广公共服务平台	026
基于算力网络的管道安全光纤监测技术	027
一种基于极谐傅里叶矩的鲁棒可逆信息隐藏方法及系统	028
生物电微弱信号感知与无线传输技术	030
一种用于分离提取敏感信息的JPEG加密域可逆信息隐藏算法	032
智能农机装备关键技术研发及产业化示范	034
自由视角系统	035

PART 02 第二部分
轻工学部、生物基材料与绿色造纸国家重点实验室

轻工学部、生物基材料与绿色造纸国家重点实验室简介	038
仪器简介	039
成果简介	
生物质基多元共晶控温材料制备及其应用	042
农林生物质组分高效分离及高值化利用关键技术	043
生物质纳米复合颗粒制备高内相食品级乳液用于药物递送与食品包装	044

046	酚醛树脂微纳米材料的可控构筑及其应用提质
047	制革废毛资源的高值化利用技术
048	耐高温、多功能型硝化抑制剂
049	氢燃料电池气体扩散层碳纤维纸基复合材料
049	可碎解湿强纸
050	装饰纸专用水性油墨及其智能化配色系统的研发与产业化
051	水果保鲜纸基材料
052	可加速“碳中和”的超细纤维开发及产业化
053	高效除甲醛空气净化纸基材料
053	木质素基生物材料
054	玻璃间隔纸基材料
055	多用途计算机配色软件系统
055	植物纤维纸基地膜材料
056	电池隔膜纸基材料
057	纸基空气过滤材料
058	超级电容器隔膜纸基材料
059	图像智能识别及机械分拣技术开发

PART

03

第三部分

机械工程学部

062	机械工程学部简介
063	仪器简介
069	技术及行业服务
	成果简介
072	仿生制备石墨烯包覆增强陶瓷刀具及纳米流体微量润滑切削技术
072	高速精密车铣复合加工中心
074	大型动力平台智能电液控制系统关键技术
074	一种具有裂纹愈合能力的陶瓷材料及其制备方法
075	一种监测人体呼吸和心脏电活动的柔性微纳器件
076	强断续切削刀具抗机械冲击破损技术
077	面向发动机缸盖自动打磨的点云快速配准与路径规划技术
078	可用于金属结构件表面强化修复的高性激光熔覆层技术
079	碳合物基复合材料智能热压固化成型系统

PART

04

第四部分

电子电气与控制学部

082	电子电气与控制学部简介
	成果简介
083	超宽带穿墙探测雷达
084	车联网终端与云平台
085	复杂交通环境下的行车风险量化评估方法

核辐射环境下探测与作业机器人	086
机柜火灾早期预警和无损抑制系统	086
可穿戴上肢外骨骼系统	087
雷达流速监测系统	088
路口交通雷达	089
煤矿井下探测巡检机器人	090
太赫兹材料电磁特性测试系统	091
太赫兹动态煤仓煤位监测雷达	092
特定区域内无人驾驶解决方案	092
先进驾驶辅助系统（ADAS）	093
新型火灾探测技术	094
巡检机器人	095
智能便携式太赫兹成像仪	096
智能车测试基础平台	097

PART

05

第五部分

生物工程学部

生物工程学部简介	100
仪器简介	100
成果简介	
根瘤菌菌剂	102
木霉菌菌剂	103
大蒜多糖、黑蒜多糖的提取及其产品研发关键技术	104
发酵黄精多糖产品制备关键技术及产业化	104
功能多糖饮品生产关键技术	105
猴头菇锌多糖的液体发酵生产工艺技术	106
玫瑰精油废弃物多糖的提取及其综合利用关键技术	106
系列新型融合氧化还原酶传感元件	107
玉米浸泡过程乳酸菌生长代谢调控与生产工艺优化	108
长效生物护发产品及技术	109
杜仲雄花改善学习记忆障碍功能产品研发	110
大肠杆菌工程菌生产阿洛酮糖	111
固定化酶（细胞）生产技术	111
奶牛后药浴配方技术	112
微生物菌剂高密度发酵技术	113
海产多不饱和脂肪酸磷脂规模化制备技术及应用	114
海螺活性肽制备关键技术	115
海洋来源心血管药物先导化合物的高效筛选关键技术及应用	116
环境风险因素致神经系统疾病效应评价技术体系	117
黄精枸杞功能性药酒的制备方法	118
黄芪党参功能性药酒的制备方法	119
基于斑马鱼模型的活性筛选关键技术及应用	120
基于斑马鱼模型的药物早期安全性评价关键技术及应用	121

123	军民两用新型碳基止血材料
124	防治金黄色葡萄球菌——溶葡萄球菌酶的高效生产
125	牡丹籽油微囊粉功能食品生产关键技术
126	山东道地药材活性成分样品库的构建及创新药物研究
127	秀丽隐杆线虫抗衰延寿评价平台及应用
128	海参抗菌肽及其应用技术
129	西洋参特色中药材产业链关键技术研究及健康产品研发
130	芽孢形成相关基因在影响菌株生长及产酶中的应用
131	药食同源抗神经系统疾病活性成分的发现及功能产品研发
132	药食同源类系列功能食品开发与应用
133	一种辅助保护胃粘膜的北沙参多糖
134	一种具有抗骨质疏松作用的西洋参功能食品
135	益生菌发酵食药物质关键技术

PART

06

第六部分

食品科学与工程学部

138	食品科学与工程学部简介
140	仪器简介
	成果简介
143	高支链族群糊精
143	功能性口腔速溶崩解膜
144	三维网络纳米多孔淀粉
145	六边微/纳米环糊精晶体
146	具有指示食品腐败功能的可食用保鲜膜
147	全降解淀粉生物质吸管
147	高值化乳制品创制关键技术及产业化应用
148	淀粉基多功能水凝胶
149	多糖基食品新鲜度指示水凝胶
150	γ-聚谷氨酸高效发酵技术
151	甘薯淀粉加工废液生产饲料虾青素
151	甘薯膳食纤维营养即食粥
152	高产DHA裂殖壶菌培养技术
153	谷朊粉联产小麦淀粉浆全资源增值加工
154	红曲
154	生物法生产4四甲基吡嗪
155	生物法生产D-核糖技术
156	生物法生产赤藓糖醇
157	生物法生产木糖醇
157	生物法生产天然香味剂——3-羟基丁酮
158	生物防腐剂ε-聚赖氨酸工业化生产技术
159	微生物发酵生产结冷胶工业化生产技术
160	微生物发酵生产可得然胶工业化生产技术

微生物发酵生产普鲁兰多糖工业化生产技术	160
微生物发酵生产韦兰胶工业化生产技术	161
微生物发酵生产小核菌多糖工业化生产技术	162
衣康酸绿色高效生物制造技术	163
生物表面活性剂槐糖脂工业化生产技术	164
生物表面活性剂鼠李糖脂工业化生产技术	165

PART

07

第七部分

环境科学与工程学部

环境科学与工程学部简介	168
仪器简介	170
成果简介	
高浓度有机废液深度浓缩与低温微波快速脱水干化技术	175
碳基多维复合光催化体系用于废水深度处理技术开发与研究	175

PART

08

第八部分

化学与制药学部

化学与制药学部简介	178
仪器简介	179
成果简介	
高端生物医药与精细化工品绿色结晶智能控制技术	182
基于COF/MOF复合材料的食品样品前处理新方法研究	183
基于六方氮化硼纳米片的食品样品前处理新方法研究	184
山地丘陵丹参全产业链提质增效创新体系构建与应用	185
山东道地药材生态种植及产地初加工关键技术研究	185
天然产物分离制备关键技术及其国家标准样品研制	186
饮用水中极性有机污染物的高灵敏分析关键技术	187
关于固-液界面吸附中吸附剂浓度效应的表面组分活度模型研究	188
基于新型功能化MOF材料研制高效吸附剂用于环境样品中抗生素、抗新冠病毒药物的富集分析	189
新型环境污染物监控关键技术及成套净化设备研发	190
生物可降解水性聚氨酯涂料	191
铁酸铋膜材料、低温在硅基底上集成制备铁酸铋膜的方法及应用	191
榄香烯固体自微乳给药系统的研发与产业化	192
纳米结晶缓释与控释高端制剂开发关键技术的应用	194

材料科学与工程学部

198	材料科学与工程学部简介
200	仪器简介
	成果简介
206	多元微合金化新型镁合金的研发、制备与应用
207	可溶镁合金材料开发及应用
208	高性能纳米气凝胶隔热保温系列产品
209	熔体提拉法生长钽铌酸钾系列晶体
210	氮化铝单晶衬底技术
211	用于钠电池的高电导率NASICON型固态电解质
212	钠离子电池正极材料单晶层状氧化物
213	高效低阻新型纳米纤维过滤材料制备技术开发及其应用示范
214	固废材料资源化利用技术
215	瓷铝复合太阳能集热系统研发与应用
216	木质纤维生物基材料在高性能水系锌离子电池中的应用
217	双功能光催化静态自清洁涂层关键技术及产业化应用
219	宝玉石行业实验室建设、质量提升、关键检测技术开发以及标准化研究
220	硼磷酸盐光转换材料开发及应用
221	高性能锡基钠离子电池负极材料

数学与人工智能学部

224	数学与人工智能学部简介
-----	-------------

光电科学与技术学部

236	光电科学与技术学部简介
238	仪器简介

成果简介

光纤温湿度监测系统	242
光纤风速传感器	243
矿井光纤微震监测系统	244
边坡无线微震监测系统	244
激光多气体分析仪	245
激光痕量一氧化碳气体分析仪	246
远距离激光甲烷遥测系统	247
泵浦光源模块	248
高灵敏度PIN光电探测器PD200	250
特种光纤光栅	251
单频窄线宽光纤激光器	252
分布式光纤振动监测系统	253
光纤地震检波器技术及应用	254
光纤油井高温高压监测技术	255
隔爆型炼化厂区管道壁厚电磁超声在线检测系统	256
激光-电磁超声检测系统	257
全自动激光超声扫描成像系统	258
列车轮对电磁超声在线检测系统	260
精密光学影像测量系统	261
BGA/QFP集成电路封装检测设备	262
等离子纳米金属粒子制备及重金属废水深度处理技术	263
大气等离子体表面处理技术及应用	264
伺服冲压装备电气系统集成	265
伺服冲压装备伺服控制系统	266
低压直流配电核心变流装备	267
分布式光纤声波监测系统	269
光纤激光式声波管道泄漏监测系统	270
连续多模光纤激光器	272
准连续光纤激光器	273
激光合束模块	274
皮秒光纤种子源	274
飞秒种子源激光器	276
高功率皮秒激光器	277
高功率飞秒激光器	278
DPSS-HP纳秒激光器	279
DPSS-HBQ系列高光束质量纳秒激光器	280
低功耗中红外量子级联激光器	281
HP系列大能量纳秒激光器	282
976nm高功率半导体激光器	283
光学相干层析成像系统	285
塑形热成形技术与装备	286
脉冲激光清洗机（QYCL-FP-A）	287

PART

12

第十二部分

能源与动力工程学部

290	能源与动力工程学部简介
292	仪器简介
	成果简介
293	基于复合式固定床气化的生物质高值综合利用技术
293	复合式固定床生物质气碳联产技术
294	微火焰低氮燃烧技术
295	有机固废钙化学链气化制氢技术
295	工业有机固废热转化资源化利用与无害化处置技术
296	生活垃圾制绿氢/甲醇技术
297	有机固废清洁供能技术
297	固体有机废弃物好氧发酵处理设备
298	固体有机废物制备炭材料及肥料关键技术
299	规模化沼气提纯制备生物天然气技术
299	用于气体净化的横向气液传质技术和装置
300	超重力状态下具有自通断功能的离心管
301	大功率LED照明系统关键技术
301	即食对虾干制加工技术及装置

PART

13

第十三部分

海洋技术科学学部

304	海洋技术科学学部简介
305	仪器简介
	成果简介
310	10米大型海洋环境监测浮标
310	6米海洋环境监测浮标
312	3米海洋环境监测浮标
313	波浪浮标
314	海啸浮标
315	激光雷达风场剖面观测浮标
316	深海剖面观测浮标
317	海洋台站自动观测系统
318	放射性原位监测传感器
318	海水光学溶解氧传感器
319	表层漂流浮标
319	高精度海水pH分析仪
320	石油烃传感器
321	大气气溶胶激光雷达
322	金刚石薄膜温盐深传感器
323	硼掺杂金刚石薄膜电极电化学高级氧化污水处理系统

PART

14

第十四部分

齐鲁工业大学（山东省科学院）菏泽校区（分院）

齐鲁工业大学（山东省科学院）菏泽校区（分院）简介	326
仪器简介	327
成果简介	
特色植物活性成分精准发现与高效制备技术	330
药食同源西洋参黑参加工技术	330
功能性油脂微囊化加工技术及产品研发	331
6-溴咪唑并[1.2-a]吡啶-3-甲醛创新生产技术	332
关键医药中间体氯甲腈清洁生产技术	332
大气气溶胶三维立体监测技术体系构建与应用	333
欧洲铁路货车用有机合成闸瓦研究与产业化	335

PART

15

第十五部分

山东省科学院高新技术产业（中试）基地

山东省科学院高新技术产业（中试）基地简介	338
成果简介	
高性能丁腈橡胶的开发和应用	340
大数据环境下的产学研协同创新服务云平台研发与应用	341

齐鲁工业大学（山东省科学院）概况

齐鲁工业大学（山东省科学院）坐落于国家历史文化名城——泉城济南，是山东省重点建设的应用研究型大学，山东省最大的综合性自然科学研究机构，山东省高水平大学“冲一流”建设高校。

学校（科学院）坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，立足山东、扎根中国大地办中国特色社会主义大学。学校（科学院）坚定不移地走内涵式发展道路，按照“科教融合、双轮驱动、优化布局、改革创新”的基本思路，围绕立德树人根本任务，坚持“五育并举，全面发展”的育人理念，努力建设国内一流、国际有影响的应用研究型大学。

历史沿革

学校（科学院）于 2017 年 5 月由齐鲁工业大学和山东省科学院整合组建而成。齐鲁工业大学的历史可追溯到 1948 年由解放军胶东军区成立的胶东工业学校。1978 年至 2013 年为山东轻工业学院时期，2013 年更名为齐鲁工业大学，是国家“产教融合”项目首批建设高校、山东省首批应用型人才培养特色名校、山东省高校协同创新中心首批立项建设单位，山东省省级文明校园。山东省科学院成立于 1979 年，是省政府直属的事业单位，是山东省最大的综合性自然科学研究机构，前身为始建于 1958 年的中国科学院山东分院。新的齐鲁工业大学（山东省科学院）汇聚山东省优质科教资源，实行校院合一的管理体制，打造科教融合优势特色，是山东省新型工业科技创新及人才培养领域的重要力量。

办学条件

学校（科学院）在济南、青岛、济宁、菏泽、德州等地设有校区或研究机构，主校区在济南长清大学科技园。学校（科学院）拥有完善的现代化教学基础设施和实验设备。牵头建设国家级平台 13 个，其中建有国家科技部、国家发改委批复的省部共建国家重点实验室 1 个、国家工程技术研究中心 1 个、国家地方联合工程实验室 1 个、国家超级计算中心 1 个、国家国际科技合作基地（联合研究中心）3 个、国家引才引智示范基地 1 个、国家技术转移示范机构 2 个、国家成果产业化基地 1 个；牵头建设省部级重点科研平台 70 余个，其中建有教育部重点实验室 2 个、省部共建协同创新中心 1 个、国家安监平台、国家认可实验室、中国创新驿站、省基础科学研究中心 1 个、省国际顶尖科学家工作室 1 个、省技术创新中心 4 个、省重点实验室 15 个、省工程研究中心（工程实验室）13 个、省工程技术研究中心 18 个、省高校实验室 2 个、省国际科技合作基地 1 个、省国际合作研究中心 4 个，省级社科基地（中心）3 个；有省级实验教学示范中心 3 个，省级人才培养模式创新实验区 1 个，智能制造省级新旧动能转换实训基地等学生实践教学和实训基地 408 个。校舍建筑总面积 153 万平方米，教学科研设备总值 23.14 亿元，图书馆藏书 289 万册，电子图书 124 万册。建有山东教育科研网大学科技园网络节点和覆盖全校的千兆以太网计算机网络，科学与艺术深度融合的齐鲁陶瓷玻璃博物馆，校园环境优美宁静，人文艺术气息浓郁，为“全国绿化模范单位”“国家级节约型公共机构示范单位”“山东省绿色学校”。

师资队伍

学校（科学院）现有专任教师 2278 人，其中副高级以上专业技术人才 1127 人。学校（科学院）具有博士学位的人员 1572 人。现有全职中国工程院院士 1 人，外籍院士 5 人，长江学者、万人计划等国家级人才 44 人次，泰山学者、泰山产业领军人才、山东省有突出贡献的中年专家等省部级人才 209 人次。

学科专业

学校（科学院）设有 26 家教学科研机构，有全日制在校本科生、研究生、留学生共 36800 余人。共有 5 个博士学位授权一级学科、1 个博士专业学位授权类别、18 个硕士学位授权一级学科，拥有电子信息、机械、材料与化工、资源与环境、生物与医药、食品与营养、翻译、金融、能源动力、会计、图书情报、药学、音乐、美术与书法、设计等 15 个硕士专业学位授权类别。共有 9 个省部级重点学科、1 个山东省“高峰学科”建设学科、1 个山东省“优势特色学科”建设学科、3 个山东省一流学科、70 个本科招生专业。学科专业涵盖工学、理学、文学、经济学、管理学、法学、医学、艺术学、教育学和农学等 10 个门类，工程学、化学、材料科学、农业科学、环境学及生态学、计算机科学、生物及生物化学和药理学与毒理学等 8 个学科进入 ESI 世界排名前 1%。

人才培养

学校（科学院）是教育部本科教学工作水平评估优秀学校。办学 70 多年来，累计为社会培养输送各类人才 20 余万名，涌现出了一大批行业领军人物，被誉为“企业家的摇篮，工程师的沃土”，为山东经济社会发展做出了重要贡献。现有国家级特色专业 4 个，国家级一流本科专

业建设点 20 个，省级特色专业 10 个，省级一流本科专业建设点 17 个，国家级精品课程 1 门，国家级一流本科课程 4 门，省级精品课程 33 门，省级一流本科课程 48 门，省级教学团队 7 个。在最近一届省级教学成果奖评选中，获得特等奖 1 项，一等奖 7 项，二等奖 10 项。近年来，学生在“挑战杯”、“创青春”、“数学建模”、中国研究生创新实践系列大赛、山东省大学生科技创新大赛等大赛中成绩优异，共获得国际级奖励 110 余项，国家级奖励 610 余项，省部级奖励 230 余项，其中，斩获“互联网+”大赛国金 4 项，是山东省大学生创业孵化示范基地、山东省创新创业典型经验高校和山东省高校毕业生就业工作先进集体，被主流媒体评为山东省十大最具社会口碑学校、最具就业竞争力本科院校、最佳社会声誉高校、全国网络影响力 50 强本科高校。进入新时代，学校（科学院）大力发挥科教融合特色和优势，建设院所一体化的科教融合学院，形成了“产学研用”一体化、全链条人才培养模式，全面加强创新型人才培养。

科学研究

近年来，共承担国家重点研发计划、国家自然科学基金等国家级科研课题 516 项，省部级项目（含参与）2279 项。获得省部级及以上科技奖励 128 项，其中获国家科技进步一等奖 1 项、国家科技进步二等奖 4 项，光华工程科技奖 1 项，何梁何利基金科学与技术创新奖 1 项，教育部科技进步一等奖 2 项、教育部技术发明二等奖 1 项，中国专利奖优秀奖 2 项，省级科技进步一等奖 22 项、技术发明一等奖 3 项，山东省社科优秀成果一等奖 2 项，泰山文艺一等奖 1 项。获得发明专利 3700 项，山东省专利奖一等奖 2 项；学术论文被 SCI、SSCI 收录 6967 篇，出版著作 174 部。主办《齐鲁工业大学学报》《科学与管理》《山东科学》3 种学术期刊。

社会服务

学校（科学院）积极参与国家和山东省发展战略，面向主导产业发展需求开展科技成果示范推广和产业化工作，全面服务山东省新旧动能转换重大工程。近 5 年，与 40 多个政府，100 多个龙头企业建立科技合作关系，创办科技企业 70 多家，共建科技示范基地 30 多个，累计创造直接经济效益 1000 多亿元。被授予中国创新驿站山东区域站点、国家技术转移示范机构、国家知识产权试点高校、国家级科技合作示范基地、国家级科技成果研究推广中心、国家级成果产业化基地、山东省产学研合作创新突出贡献单位等称号。

国际交流与合作

学校（科学院）坚持走国际化、开放式道路，主动融入“一带一路”，塑造开放办学新优势。先后与 50 多个国家和地区的高校及科研院所建立了友好合作关系。建有国家级国际科技合作基地、山东省顶尖科学家工作室、山东中乌技术创新研究院、国际化示范学院和国际研究生院等，与国外著名高校联合培养博士研究生。建有 60 余个国际科技合作基地（研发中心），35 个国际联合实验室，2 个国别与区域研究中心。成立中外合作基辅学院，举办 3 个中外合作办学本科项目。设有 UKVI 雅思考点。近 5 年承担各类国际合作项目 260 余项，目前每年来交流、访问的外国专家 300 人左右，长期驻校（院）工作的外国专家近 120 人，有 7 位合作的外国专家获国家友谊奖，获“全国聘请外国文教专家先进单位”称号。

发展目标

新时代，新工大，新使命，新跨越。根据山东省委省政府规划，齐鲁工业大学（山东省科学院）的中长期发展目标是建设国内一流、国际有影响的应用研究型大学，部分优势学科进入国内一流、世界先进学科行列。



齐鲁工业大学官方微信



【公众号】齐鲁工大 省科学院成果转化



第一部分 计算机科学与技术学部

1981
FACULTY OF COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY



计算机科学与技术学部简介

齐鲁工业大学（山东省科学院）计算机科学与技术学部由山东省计算中心（国家级计算济南中心）、计算机科学与技术学院、网络空间安全学院整合组建而成，山东保密学院、新一代技术标准研究院依托学部建设，网络信息中心归口学部管理。

学部拥有计算机科学与技术一级学科博士点，该学科入选山东省“高峰学科”（全省唯一入选的计算机科学与技术学科），在 2023 年度“软科中国最好学科”中排名 33 位，进入全国前 12%，位列山东高校第 1 位；拥有院士 3 人，国家级和省级高层次人才 20 余人。

学部建有国家级计算济南中心、算力互联网与信息安全教育部重点实验室、山东省基础科学研究中心（计算机科学）、山东省算力互联网与服务计算重点实验室、山东省工业网络和信息系统安全重点实验室等国家级和省部级重点平台 30 余个。“十三五”以来，牵头国家重点研发计划项目 4 项，承担各类国家级、省部级科研项目 370 项，年均科研经费稳定在 1 亿元以上；牵头荣获省部级科学技术奖励一等奖 7 项、二等奖 15 项，已成为支撑山东省经济社会发展的重要科技力量之一。

目前学部在校本科生研究生近 2900 人，教科研职工超过 210 人，教科研机构分布在长清、彩石、千佛山三个校区。学部立德树人、育人为先。坚持以赛促教、以赛促学，完善各类学科竞赛激励机制，引导学生参加“挑战杯”“互联网+”、全国大学生机器人大赛等各类信息技术领域专业竞赛，先后获国家级一、二、三等奖百余项，省级一、二、三等奖 150 多项，在山东省属高校中名列前茅。其中，2021 年获第十七届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛省级特等奖。

在党组织建设、精神文明建设、创新文化建设等方面扎实用力，取得了丰硕成果。先后获评山东省“干事创业好团队”、山东省教育系统“先进基层党组织”、山东省“黄大年式教师团队”等称号，计算中心获全国“模范职工之家”、山东“省级文明单位”等称号并持续保持，此外还涌现出一大批“齐鲁最美科技工作者”、“山东省优秀党务工作者”、“山东省教育系统优秀共产党员”、“省五一劳动奖章”、“影响济南科技人物”等先进标兵个人。相关典型工作成果在央视新闻联播、新华社、科技日报、大众日报、山东新闻联播等多平台屡次报道。

面向新时代新机遇新挑战，学部上下正凝心聚力、潜心育人、改革创新，锚定“走在前、开新局”，努力为建设新时代社会主义现代化强省挺起新担当、展现新作为、贡献新力量！

学部大型仪器设备简介

山河通用超级计算平台

功能简介

山河通用超级计算平台作为超大规模异构超级计算平台，建有高性能计算、云计算、智能计算等三个集群，提供高性能计算 HPC/EHPC、云服务器、云存储、网络服务、容器服务、大数据服务、人工智能服务等几十种产品与服务，可支持大规模高要求科学计算、数据计算和工程计算，是服务于山东省大科学计划与大科学工程的重大科学装置，已逐步成为新一代信息技术、现代海洋、新能源新材料、高端装备、医养健康等新旧动能转换重大工程“十强产业”发展的重要算力引擎。

性能 / 技术指标

平台高性能计算峰值算力达 60PFlops（每秒 6 万万亿次双精度浮点运算），人工智能平台算力达 1000Pops（每秒百亿亿次智能计算），支持通用 / 国产 GPU，存储容量近 220PB。



多模态语义分析关键技术及应用

成果简介

近年来，随着人工智能浪潮的兴起，多模态语义分析得到前所未有的重视和长足的进展，受到学术界和工业界的广泛关注。任意多模态应用系统能够顺利地进行工作的前提，必然是对多模态数据语义的正确分析与理解。这对多模态语义分析关键技术的解决提出了迫切需求。本成果在国家自然科学基金、国家重点研发计划、山东省重大科技创新工程等项目的支持下，从文本语义表示学习、视觉 - 语言模型的知识感知、多模态哈希语义表示学习三个层面开展语义分析研究工作。

核心技术及指标

本项目成果创新性地提出基于细粒度方面特征的文本语义表示方法，并成功应用于新闻推荐任务；创新性地提出面向视觉 - 语言模型的知识感知的提示学习方法，并成功应用于图像分类任务；创新性地提出一种面向多个多媒体检索任务的结构化多模态检索方法，并成功地解决了多个多媒体检索任务。本项目的 3 篇代表性论文全部发表在计算机科学领域顶级期刊或会议，包括 IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems（中科院 1 区 Top 期刊）、International Conference on Computer Vision (ICCV 2023)（CCF A 类会议）、Expert Systems with Application（中科院 1 区 Top 期刊）。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

1. 通过设计基于细粒度方面特征的文本编码器，准确地捕获细粒度文本语义特征，解决文本精准表示问题。实验结果证明该模型能有效地捕捉新闻和用户的细粒度特征，相较于其他基于主题模型的基准方法在 MIND 数据集上能取得最优的实验效果。

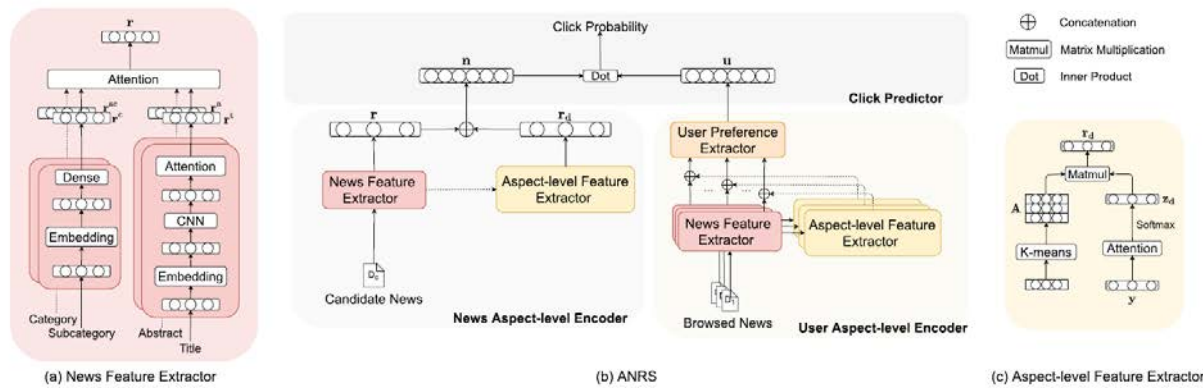


图 1 基于细粒度方面特征的文本语义表示方法及新闻推荐模型

2. 通过设计联合图像与文本模态的知识感知的提示学习方法，准确地捕获具有区分性和任务感知的图像语义信息，解决对小样本、未见类别的泛化性难题。在 11 个广泛使用的基准数据集上进行了大量实验，结果验证了所提出的方法在小样本图像分类方面的有效性，特别是在对未见类别的泛化性方面。

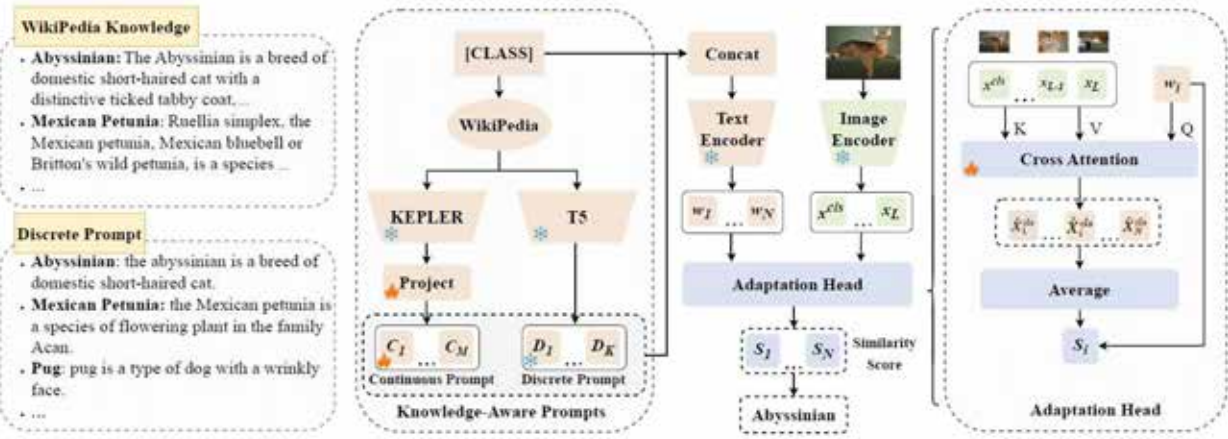
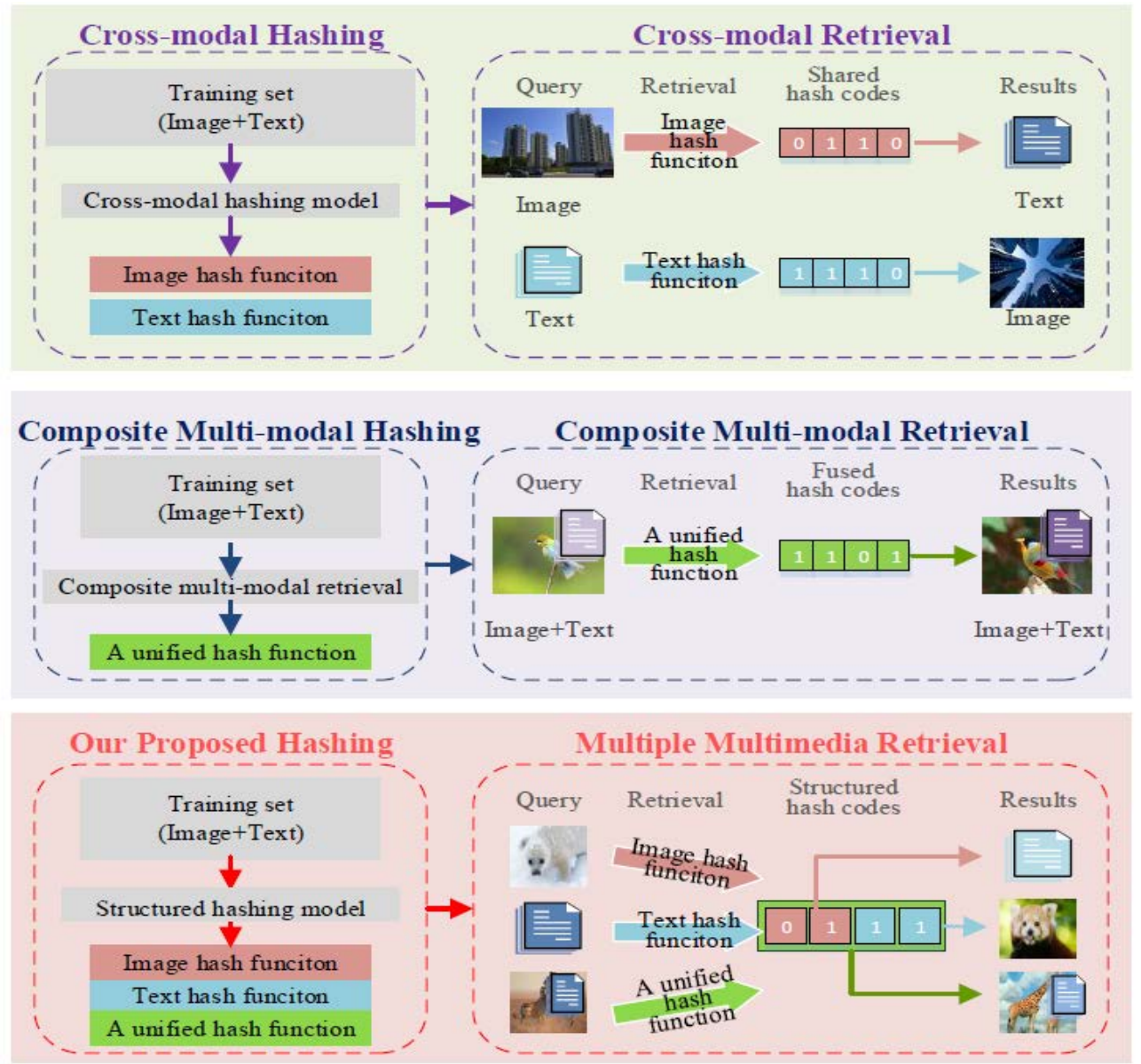


图 2 面向视觉 - 语言模型的知识感知的提示学习方法

3. 通过统一的多模态哈希学习框架，显著融合和强化异构模态数据以学习结构化哈希码，解决现有哈希方法无法同时处理多个多媒体检索任务的问题。大量的实验表明，所提出的模型在多种多媒体检索任务上优于现有的对比方法。



知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 30 项（含美国、澳大利亚等国际发明专利 4 项），登记软件著作权 4 项。

成果负责人	鹿文鹏	职称 / 职务	教授 / 自然语言处理与认知计算团队负责人	手机	13953182162
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	期待对自然语言处理、文本数据挖掘、大语言模型感兴趣的公司，与我们对接联系！				

复杂异构网络分布式安全态势感知系统

成果简介

系统是针对大数据中心网络、工业互联网、智慧城市网络等新型复杂网络异构性强、动态性高、互联协作复杂、层次化、加密化、高带宽等特点设计的一体化、智能化的网络安全态势感知解决方案，具有覆盖云网边端多层次、分布式智能协同、跨异构软硬件平台、威胁情报知识驱动等特点。



核心技术及指标

自组织协同安全监测智能体技术：分布式智能体通过自组织调度与协同共同完成检测任务，支持高实时性、低资源占用的细粒度安全检测和云网边端四级跨域部署。

安全检测模型轻量化与泛化技术：保持同等检测性能条件下，安全检测模型体积减小超 90%，检测速度提升 1 倍以上，支持在轻量化设备上部署；基于大规模 AI 预训练模型，支持相同安全检测模型在异构网络中的泛化使用，可大幅降低部署成本。

实时威胁情报知识化与检测增强技术：具备多源异构实时威胁情报的自动知识化处理能力，利用情报知识对检测模型进行增强，能够主动应对零日攻击和 APT 攻击。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本系统涉及的上游产业包括高性能服务器 / 存储 / 网络设备等信息技术硬件产品供应商、云计算服务 / 大数据处理等信息技术服务提供商等，中游产业包括网络与信息安全产品与服务供应商，下游包括政府、金融、电信、能源、教育等行业应用。本系统能够促进上游和中游产业发展，提升下游行业网络安全防护能力，产生显著经济效益。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 8 项，登记软件著作权 4 项。

成果负责人	韩晓辉	职称 / 职务	研究员	手机	15194128679
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

工控安全靶场平台

成果简介

工业控制网络已经成为国家对抗的重要目标，工控靶场平台是进行工业网络安全竞技的重要武器。工控安全靶场采用虚实融合、软硬结合技术实现电力、制造、交通等 6 大类工业场景仿真。靶场包含资产识别、固件分析、攻击检测、数字取证等 11 个工控安全模块，覆盖“基础知识—攻防技能—数字取证”全周期工控安全流程，提供可推广、可复制的工控仿真模拟、攻防培训等典型行业解决方案。



虚实融合靶场平台

工业网络攻击检测系统

核心技术及指标

1. 工控设备虚拟化仿真技术，突破工控设备物理部署限制；
2. 协议与固件深度逆向解析技术，实现主流组态软件密码认证绕过；
3. 面向生成与变异的模糊测试技术，实现 4 类主流工控漏洞攻击；
4. 面向概念漂移的可解释攻击检测技术，攻击检测准确率达 99.8%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

工控安全靶场平台已服务于齐鲁工业大学、常州职业技术学院、浙江科技学院等多家大专、高职院校，实现了全面的人才培养、应急演练、实网对抗、设备测评等多种业务场景覆盖。同时，靶场在山东云警信息技术有限公司、济南中久信息技术有限公司、山东玄武盾信息技术有限公司得到推广应用，取得直接或间接经济效益达 2000 余万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 4 项，登记软件著作权 1 项。

成果负责人	徐丽娟	职称 / 职务	副研究员	手机	15588815572
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

基于多模态数据融合的知识服务关键技术研发

成果简介

大数据环境下，产生了海量的图像、文本、音视频等异构多源多模态的数字化资源，这些多模态内容资源普遍存在表现形式多样化、存储容量庞大、元数据标准规范不统一、生产使用过程分离、分布广泛和长期归档保存等特点，多模态资源之间呈现了底层特征异构与高层语义相关的“鸿沟”，传统的体系结构、数据模型、存储方式、共享交换组织模型和精确检索难以满足庞大数据信息配景下的创新需求。

基于多模态数据融合的知识服务关键技术研发通过对收集的智能制造行业源数据进行碎片化处理，再通过数据的清洗、转换、加工处理过程，汇集为碎片化的服务内容资源数据库；应用多模态服务内容资源的语义标签体系和一致化知识标引规范和技术，对碎片化的服务内容资源进行自动或半自动的知识标引；对标引后的碎片化的服务内容资源进行知识化关联，应用基于深度嵌入表示的网络分析方法实现离散服务内容知识网络的部分连续化表示，利用深度图计算将多模态内容资源映射到同一低维空间实现离散服务内容知识网络的稠密向量化表示，最终为用户提供科研、决策、运营、学习、监管、情报、行业资讯等方面的知识服务。

核心技术及指标

1. 面向多模态内容资源的知识服务体系技术架构

通过研究多模态内容资源管理过程中各阶段问题、方法和模型，提出多模态内容资源服务体系技术架构，如图 1 所示。



图 1 面向多模态内容资源的知识服务体系技术架构

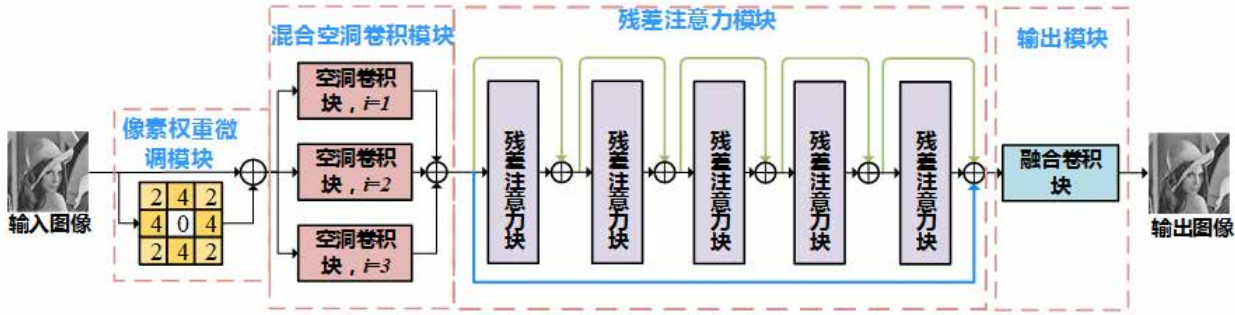


图 2 高性能卷积神经网络预测器

产业上下游情况介绍，项目效益分析

1. 上游产业：

（1）**算法与模型开发：**涉及深度学习、图像处理和信息隐藏技术的开发。包括卷积神经网络（CNN）、损失函数优化等关键技术的研究与应用。

（2）**数据采集与处理：**需要大量高质量的训练数据，如 ImageNet 图像数据集，用于模型训练和验证。

（3）**硬件支持：**高性能计算设备，如 GPU（图形处理单元）和 TPU（张量处理单元），以满足复杂神经网络模型的训练需求。

2. 下游产业：

（1）应用领域：

医疗领域：用于医学影像中的隐私保护和信息安全，确保医疗数据的完整性和可逆性。

军事领域：在军事图像传输中的保密通信，保证图像数据在传输过程中的安全性和可恢复性。

法律取证：在法律和司法过程中，用于图像证据的隐私保护，确保图像证据的原始性和可验证性。

（2）**信息安全与隐私保护：**广泛应用于各种需要隐私保护的数据传输和存储领域，如金融、政府和企业的数据安全。

3. 项目效益分析

经济效益：

（1）**市场需求大：**随着信息安全和隐私保护的重要性日益增加，该技术在医疗、军事和法律等领域具有广泛的应用前景，市场需求大。

（2）**技术门槛高：**高技术壁垒形成竞争优势，能够获得较高的市场溢价和利润空间。

（3）**多领域应用：**技术的多领域应用，增加了市场拓展和业务多元化的机会，提升了项目的经济效益。

社会效益：

（1）**提升信息安全水平：**在医疗、军事和法律等关键领域，提升信息安全和隐私保护水平，保护个人和机构的敏感信息。

（2）**促进技术创新：**推动深度学习、图像处理和信息隐藏技术的发展和 innovation，促进相关产业的技术进步。

（3）**保障社会公共安全：**在军事和法律领域，通过信息隐藏技术的应用，增强社会公共安全和稳定性。

综上所述，该专利技术在产业上下游具有广泛的应用前景和显著的技术优势，能够带来可观的经济效益和社会效益。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

成果负责人	马宾	职称 / 职务	二级教授 / 计算机学部副主任	手机	18363096899
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

基于工业物联网的离散制造车间数据采集与处理系统研发及应用示范

成果简介

项目针对离散智能制造企业的共性特点和智能农机与工程机械、数控机床行业需求，在研究离散制造企业系统数据采集、建模的基础上，对面向多源数据采集的车间现场感知与设备互联集成技术、3D 虚拟车间构建技术进行研究，研制了安全控制器和网关，构建了离散车间的数据采集与处理平台。综合研究成果，在山东国丰机械有限公司、山东普鲁特机床有限公司建设面向智能农业工程机械和数控机床制造生产线的智慧工场应用示范。

通过项目开展，实现了生产过程现场智能感知、控制与通信等智能制造核心技术的重大突破，消除了信息孤岛，实现了车间的生产过程监控和网络化管理，达到国内领先水平。

项目的实施为我国农机制造行业、数控机床行业建设实施数字化智慧生产车间发挥引导和示范作用，同时为中小型农业机械制造企业在智能制造大背景下如何使用有限的资金进行企业智能制造升级开创了一条有益探索之路。

核心技术及指标

研发的控制平台，具有主控制模块、通信模块、逻辑控制单元、过程控制单元、运动控制单元、人机交互显示单元等 6 类集成组件。软件支持在线编程，支持梯形图、顺序功能图、语句表等解析语言，支持用户 G 代码编程，编程语言符合 IEC 61131-3 标准。

项目实施后，玉米收获机生产线生产效率提升 56.3%；资源消耗率降低 42.1% 以上；产品制造周期降低 33.3%，产品质量提升 2%；设备故障率降低 50%；备件资源占用率降低 30%；生产制造成本降低 21.5%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目实施期内，研发了数字化车间采集与处理系统，研发了控制器平台和智能网关，实现智能化玉米收获机和数控机床生产线应用示范。

项目年新增产值、销售收入、新增利润等有明显提高。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，申请专利 15 项，授权发明专利 3 项，实用新型专利 5 项，登记软件著作权 9 项。

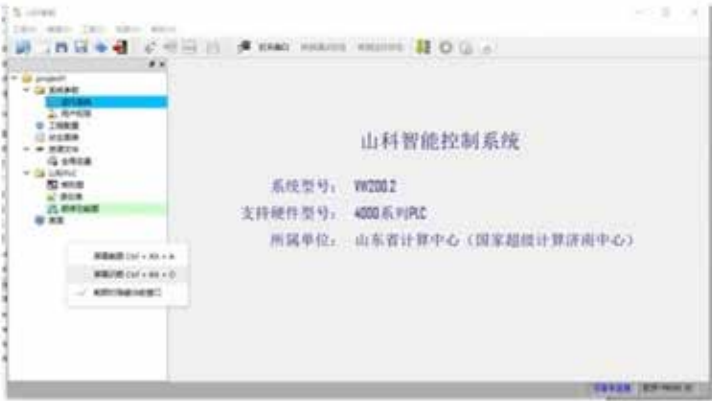


图 1-1 山科安全 PLC 控制系统界面

成果负责人	程广河	职称 / 职务	正高	手机	13705315530
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

基于水印和感知哈希的主动深度伪造检测方法

成果简介

随着 Deepfake 技术的迅猛发展，多媒体编辑在带来便利的同时，也引发了严重的声誉威胁和信任危机，尤其是针对名人和政治家的伪造内容日益增多。当前，深度伪造检测主要依赖于事后分析，无法有效预防，且面临新技术挑战，如生成对抗网络（GANs）使得伪造图像更加逼真。为应对这一挑战，研究逐渐转向主动防御策略，即在伪造发生前通过嵌入难以察觉的信号来预防潜在的伪造行为。这些策略包括向图像添加对抗扰动以干扰伪造过程，以及使用盲水印技术保护图像完整性和真实性。尽管这些方法在一定程度上提升了防御能力，但在面对未知合成操作时的泛化能力和稳定性仍需改进。本成果在图像的非人脸区域采用感知哈希技术并利用其特性构建鲁棒水印，嵌入到人脸区域的方法，有效干扰 Deepfake 的生成过程，同时为图像真实性验证提供可靠依据。与现有的扰动和水印嵌入方法相比，本方法无需依赖水印编码库，具有更好的通用性和鲁棒性，特别是在应对未知的图像处理操作时表现出色，同时提升源跟踪和深度伪造检测的效果，同时保持图像的视觉质量。

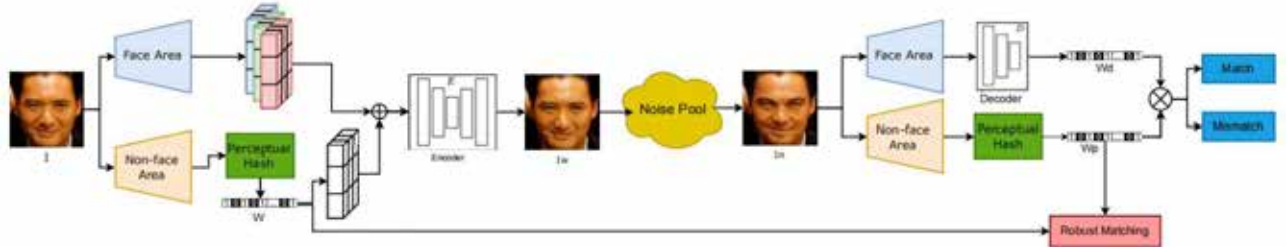


图 1 成果模型流程图

核心技术及指标

核心技术：

- 感知哈希编码：利用图像非面部区域的纹理特征使用感知哈希技术生成水印，并嵌入到面部区域。
- 编码器与解码器结构：编码器采用一系列卷积层、线性层和上采样层，将水印嵌入图像中。解码器通过卷积层和线性层提取特征，输出解码后的水印。

指标：

采用视觉质量（PSNR 和 SSIM）和鲁棒性测试方面的指标来证明方法的有效性。本成果的定量和定性结果表明，本方法在保持图像视觉一致性的同时，能够有效地嵌入和提取水印。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

上游：图像处理和生成技术（如 GANs）、深度学习框架（如 PyTorch）、高性能计算资源（如 Tesla V100 GPU）等。

下游：包括社交媒体平台、新闻机构、政府部门和企业在内的多个行业，这些行业对图像真实性验证和防伪技术有强烈需求。

社会效益：通过有效防御 Deepfake 技术的威胁，本方法可以帮助打击虚假信息的传播，维护社会稳定和国家安全。

经济效益：企业可以利用该技术进行品牌保护，防止假冒伪劣产品的广告宣传，提升消费者对品牌的信任度。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，发明专利 2 项，CCF-C 会议论文 1 篇。

成果负责人	李健	职称 / 职务	副教授	手机	
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

超算运维协同分析平台

成果简介

超算运维协同分析平台是国家超级计算济南中心在超算平台运行管理和服务过程中，基于多个典型的运维管理和分析场景，自主研发的一套多源监控数据协同分析平台。该平台使用超算中心已有的各种运行监控和运维管理数据，融合了数理统计方法和现代智能学习方法进行分析、评估及预测，能够及时发现运行过程中的异常、降低故障发生的风险，对在运行的设备和系统进行效能分析和分级，支撑数据中心整体运维质量和运行成本分析，为超算中心性能优化和节能减排提供建议。

核心技术及指标

超算运维协同分析平台按照分布式架构设计和部署，采用 B/S 使用方式，支持时序数据库和关系数据库的监控数据，通过多种方式实现各类监控数据的轻量级采集，对现有监控系统的软件层依赖较少，可实现不少于 3 年的原始监控和统计数据存储。

在分析技术方面，采用经典的数理统计方法与现代机器学习和深度学习等先进方法有机结合，以实现快速的时间序列数据计算，包括相关性分析、特征选择、回归、分类和预测等类型，涉及跨系统多设备的运行监控数据和运维管理数据。进而，提出了两项分析方法，一是基于运行信息的高性能计算作业调度系统性能分析方法，根据作业数据库进行抽取和分析，得到当前以及过去一段时间的作业调度性能情况，并预测下一段时间的性能变化趋势，以及及时发现异常的作业调度响应慢的情况；二是基于运行数据分析的水冷列间空调制冷性能动态评判方法，对于处于运行状态的机柜级列间空调，结合其近期及历史运行数据，能够及时发现运行性能离群、性能低下、性能抖动剧烈或具有性能恶化趋势的空调设备，为提高末端制冷系统性能提供量化数据支撑。

在功能方面，从超算平台整体高效运维管理和经济运行成本等两个角度出发，凝练形成了较全面的超算智能运维分析需求，研发设计了异常检测、效能分析、故障分析、容量管理和运维分析等 5 个核心模块，并分别从应用作业、调度系统、计算节点、文件系统、网络系统、机柜环境、制冷系统、配电系统等子系统进行分解，针对典型的实用场景需求进行功能开发。特别地，该平台实现了整个数据中心的 PUE（电能利用效率）实时监测以及到各子系统的拆解、基于整体制冷系统的实时 COP 效率计算与分级、机柜微模块级的空调制冷效能分级、作业调度系统性能的异常监测等，为中长期的数据分析和趋势演变分析提供了数据支撑。另外，配套算法模型管理模块，使得可以灵活升级该平台所采用的共性分析算法，同时也支持用户定制自主的分析算法。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

在数据中心领域，上游部分主要包括基础设施及硬件设备的供应，可实现基本的运行监控和统计功能，但缺乏协同分析以及中长期分析功能；下游部分主要是使用数据中心的客户，对运行的稳定性和可靠性具有一定要求，对于运行存在的潜在风险点不了解。基于本成果，能实时识别运行异常、发现低效或不稳定的设备及系统，对发生的故障辅助进行快速定位，提高主机系统运行的可用性和稳定性。

自该平台运行以来，支持超算中心有效发现了 2 次作业调度响应慢的现象，基于其指导制订节能优化措施使得 2023 年 10 至 11 月份的平均 PUE 相比于 2022 年降低约 0.06，月均节省电能约 18 万度电。本成果适用于数据中心，也适用于运维管理服务供应商。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，已申请发明专利 2 项，登记软件著作权 1 项，发布技术报告 1 项。

成果负责人	曾云辉	职称 / 职务	研究员	手机	13969002186
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

磁流体与精确粒子混合模拟程序

成果简介

磁流体与精确粒子混合模拟程序（MAP，MHD & Accurate Particles）是一款耦合了磁流体模块、高精度快粒子模块的等离子体混合模拟程序，适用于各类托卡马克装置中磁流体演化和高能量粒子行为的大规模模拟。该程序磁流体模块与粒子模块通过电磁场耦合，快粒子模块在MHD模块给出的电磁场中推动粒子运动，并同步计算快粒子电流，与磁流体部分电流叠加之后作用于背景等离子体。程序整体结构和工作原理如图1所示。



图1 磁流体模块与高能量粒子模块通过MAP耦合模块进行调度控制，两个模块电磁场数据通过模块间通信实现双向交互

核心技术及指标

MAP程序主要由磁流体模块、粒子模块和耦合模块组成，其中磁流体模块用于模拟背景等离子体中的磁流体行为，粒子模块用于描述 α 粒子等高能量粒子的行为，推动粒子运动，耦合模块则具有控制输入输出、分配计算资源、磁流体模块和粒子模块的数据交换、时间同步、耦合模式选择等功能。

该程序用到的技术主要有以下几点：

本程序粒子模块调用了基于保结构算法的粒子动力学模拟程序APT，该平台集成了多种粒子运动模型，并依靠先进算法在长期计算中将全局误差控制在一个很小的范围内，可以保证长期计算的稳定性。同时，该程序具有很高的并行效率，可以充分利用超算资源，实现大量粒子的高效率计算。

两个模块采用了可调节的弱耦合方案，针对不同的物理过程时间尺度的差异，可以灵活确定不同的数据交互频率和交互数据的规模，减少数据通信时间，有效提高计算效率。

采用基于进程分组的数据通信方式使得两个模块的计算在某种程度上解耦，有利于灵活调配不同模块的计算资源，保证不同模块之间计算进度的基本一致，减少数据同步等待时间。

不同模块采用了不同的坐标体系，本程序开发了基于辅助直角网格的快速粒子搜索方案，可以快速搜索粒子在两套坐标系中的位置，从而准确计算出粒子所处位置的电磁场数据。辅助直角网格如图3所示。

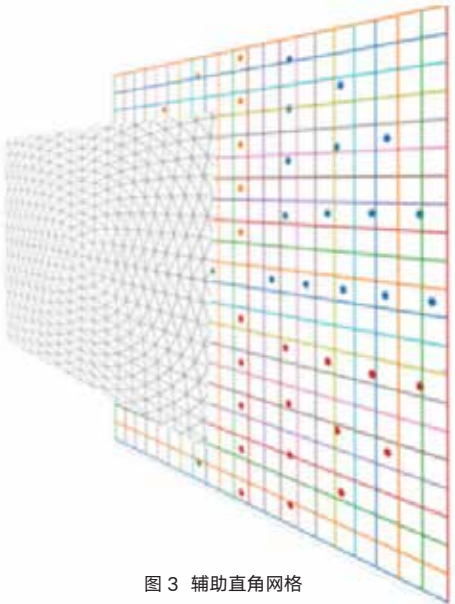


图3 辅助直角网格

本程序针对国产神威超级计算机进行了移植和优化，其粒子模块在神威平台上进行了有效的从核化加速，并结合函数展开、数据分类传输等多种优化方法，获得了较高的加速比。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本程序耦合了磁流体模块和高保真粒子模块，克服了原有程序的诸多不足，在扩展程序适用性的同时，又能够保证程序长时间计算的准确性和稳定性。同时本程序进行了申威化适配和优化，使其能够在基于国产申威众核处理器的E级超级计算机上进行大规模长期混合模拟。这有助于从软件与硬件两方面提高磁约束等离子体领域科学计算的自主化程度，从而逐步摆脱对外国程序和芯片的依赖，丰富国产超算科学计算软件生态。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权。

成果负责人	高宝峰	职称 / 职务	特聘副研究员	手机	15665696796
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

可自主配置硬件资源的安全 PLC 构建关键技术研究

成果简介

项目围绕智能制造领域安全生产管控的需求，开展安全 PLC 构建技术研究，研发具备自主知识产权的安全 PLC，重点对安全 PLC 构建技术、智能控制器软硬件系统、PLC 编译解析操作系统等关键核心技术进行研究。项目研发了可重组移植的 PLC 操作系统，可自主配置资源的安全 PLC 硬件构建平台，研制了应用于伺服压力机的安全保护系统。通过安全 PLC 硬件可配置技术实现了 CPU 硬件资源范围内任意 I/O 点数和通信方式的定制，满足了智慧工厂控制要求。

项目研究了安全 PLC 多系统同步运行交叉检测、I/O 表决输出安全控制技术，构建了安全 PLC 可配置嵌入式硬件平台、可重组移植软件平台，开发了系列化安全 PLC 产品。

核心技术及指标

安全 PLC 技术指标：

开关量安全输入	8 ~ 36 路，5mA/24V	
开关量安全输出	8 ~ 24 路 PNP 输出，单路负载能力 200mA	
开关量标准输出	8 ~ 24 路 PNP 输出，单路负载能力 200mA	
开关量测试输出	8 ~ 24 路 PNP 输出，单路负载能力 200mA	
高速计数输入	4 路单相计数或 2 路 AB 相计数 10KHz	
高速脉冲输出	4 路 20KHz	
相应时间	≤ 20ms	
模拟量	输入	4 ~ 16 路
	输出	2 ~ 8 路
	输入类型	0-5V/0-10V/4-20mA/0-20mA 或混合型可选
	输出类型	0-10V/0-5V/4-20mA/0-20mA 或混合型可选
通讯口	RS485/RS232、USB、TCP/IP	
工作环境	温度：-10 ~ 55℃，湿度：10% ~ 95%RH	
运行模式	1002D 模式	
安全完整性	高	
容错性	高	
安全等级	EN/ISO 13849-1 PL e 和 EN/IEC61508 SIL3	

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目实施期内，成果应用于压力机安全防护、工厂生产线安全检测与控制、设施农业环境检测及水肥机安全控制、农业机械安全检测与控制等，在自动化生产线、伺服压力机等安全控制方面，产生了良好的经济效益。

知识产权情况

项目申请发明专利 5 项，其中已授权发明专利 4 项，登记软件著作权 2 项。

成果负责人	程广河	职称 / 职务	研究员	手机	13705315530
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

灵犀易算云平台

成果简介

“灵犀易算云”（www.yeesuan.com) 通过对算力资源的分布化管理，实现算力资源调度的集中控制，采用同步机制，有效地利用算力资源，作为各行业发展的算力底座支撑。面向高性能计算及人工智能计算需求，集中供给计算资源、应用资源（高性能计算软件、库、数据库等），同时打通了客户超算私有云与超算公有云资源，实现了自建集群资源与国家级超算中心资源优势融合，提供 web 桌面化集群操作界面，实现应用程序的便捷化、SaaS 化服务管理。



核心技术及指标

“灵犀易算云”主要具有以下科学技术要点：基于微服务架构的超算资源整合、针对多云间文件传输的 web 实现、基于 python 的应用软件资源管理、面向科学领域的并行算法设计及优化服务、产学研结合模式应用。

1. 多架构、多平台的指令集自动优化。针对不同超算、HPC 集群使用的处理器架构、操作系统平台，研究同一软件在不同环境下的优化策略，智能分析并给出编译器所提供的各种优化策略，给用户不同的优化选项来进行应用程序的编译与运行。建立一套针对优化选项的模式匹配算法，能够自动地在软件编译前找到最优地优化选项方案，将优化选项这种“细节”封装，实现基于 python 的科学计算软件的包管理工具。
2. 基于 sftp 协议和 MD5 算法实现文件完整性验证。SSH 文件传输协议是一数据流连接，提供文件访问、传输和管理功能的网络传输协议。应用层采用基于内存的文件互传，发送方与接收方的数据均在内存中进行交换，同时实现一种新的内存资源管理方式，将文件传输过程中的内存占用量降低至 KB 级。
3. 面向典型数值模拟的多级负载均衡和多级访存优化技术。例如线性方程组的直接求解问题，当并行计算规模扩大至几十万核时，数据传输、网络通信、访存等代价很大。根据线性方程组的直接求解算法的计算特征，以变量依赖关系分析为基础，提出多层次、粗细粒度相结合的并行基本段划分算法，通过数据并行与任务并行相结合的混合并行模式，实现并行规模的扩展和各并行层次上的负载平衡。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

“灵犀易算云”上游集成多家服务商和生产商能力，通过联合研发、贴牌、授权代理、战略合作等合作模式，为个人、企业、政府、高校等不同群体提供超算相关基础设施解决方案，同时对接济南、武汉、郑州、德州、聊城、烟台、青岛、枣庄等各地超算中心或数据中心，完成算力、存储、网络及数据的资源接入，持续扩大平台资源池；下游对接全国各高校、科研院所、生产研发企业，提供算力、数据、软件、应用等资源的共享与交易服务。“灵犀易算云”为用户提供了更便捷的网站式命令行操作模块，使用户获得了更灵活的使用超算算力的途径。平台除提供基础算力服务之外，还针对大规模计算用户提供并行优化开发服务，即针对用户的程序或代码进行二次开发，使其获得更快更好地计算结果。其中主要使用了多架构、多平台的指令集自动优化、基于 sftp 协议和 MD5 算法实现文件完整性验证、面向典型数值模拟的多级负载均衡和多级访存优化技术。

通过该项目，在社会效益方面，将该平台打造为全国高校算力应用服务平台标杆，为全国高校算力应用提供基础设施，基于超算网络的 SaaS 化高校算力应用服务平台通过部署在异构平台上的千余款大规模应用软件，开展应用场景、理论模型、程序级算法实现等方面的深入研究、开发工作。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 2 项，实用新型专利 2 项，登记软件著作权 34 项，商标 1 项。

成果负责人	涂阳	职称 / 职务	济南超级计算技术研究院	手机	19953120358
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

面向核心装备的仿真技改解决方案

成果简介

通过仿真模拟的技术手段，面向化工、能源、材料等领域，针对核心装备进行性能提升和工艺优化，实现技术改造。该解决方案不仅帮助企业发现并解决潜在问题，还能显著提高技术改造的效率和成功率，已从航空航天、汽车等应用成熟领域向化工、能源、材料等应用未成熟领域拓展，实现对核心装备设计、制造、运行等全过程的模拟和优化，有助于提升装备性能、降低能耗、改进工艺并增强装备的可靠性和稳定性，为企业可持续发展提供有力支持。

核心技术及指标

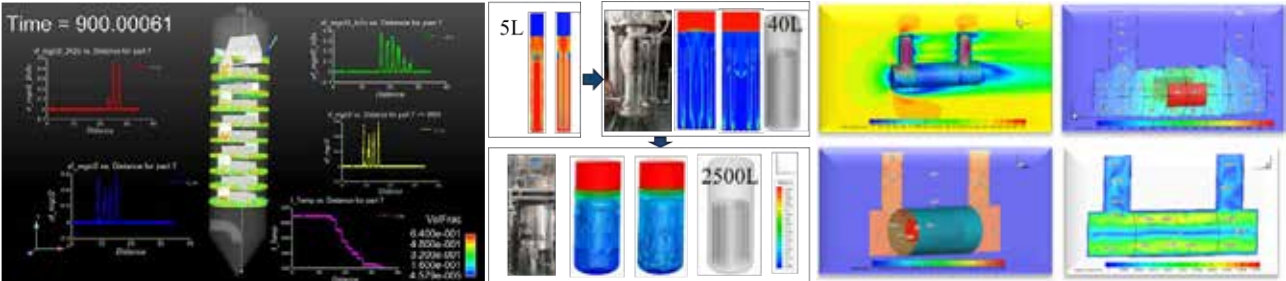
核心技术：

1. 真实的物理模型，关键位置 1:1 还原，整体模型还原度在 90% 以上；
2. 优质的网格模型，网格数量和类型可控，网格质量优于业内基准且生成时间快；
3. 丰富的算法模型：涵盖欧拉、拉格朗日、多相流等多种算法在内。

指标：仿真结果与试验结果对标准确率 90% 以上；经过技改优化后，设备性能提升 20% 以上，能耗降低 15% 以上，生产效率提高 10% 以上。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

面向核心装备的仿真技改解决方案广泛应用于化工、能源、材料等领域，并与山东天力能源股份有限公司、山东泰开电器绝缘有限公司、清华大学、中国科学院过程工程研究所等企业、高校和科研院所展开合作。基于该解决方案：①将价值 7 亿的大型干燥设备（总高约 35 米）1:1 还原，研究造粒、空气干燥和 HCl 干燥三段工艺的具体细节，为现场工艺的改进提供解决方案，解决了设备无法连续工作的难题；②研究不同工况下小容量环流反应器（5L、40L、2.5 立方气升式环流反应器）的流体流动、传质等流场规律，外推设计出了 200 立方、400 立方的工业级环流反应器，实现了国产化替代；③对电气设备的加热过程进行模拟，分析热量分布和温度变化规律，优化电气设备的加热或保温方案，提高电气设备性能，降低运行成本，提升电力系统运行的效率和安全性，降低能源消耗，实现节能减排的效果。



HCl 干燥段生产过程

环流反应器流动情况

电气设备最优保温方案

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，发表高水平论文 10 余篇，申请发明专利 1 项，注册商标 1 项。

成果负责人	仲红俊	职称 / 职务	济南超级计算技术研究院	手机	15098774239
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

面向智慧农业的农机装备智能控制系统 关键技术研发

成果简介

成果结合已有的北斗导航定位、自动控制、嵌入式系统、液压控制、智能感知等技术优势，进行北斗高精度定位技术、嵌入式控制系统、液压驱动控制装置、农机自动驾驶控制技术、农机状态及环境监测等关键技术的研发，研制农机装备智能化控制系统、农机自主导航与控制专用软件以及基于农机的故障诊断与环境感知系统，实现农业机械故障预测与提前维护，高精度自动驾驶条件下的播种收割，并基于智能农机对农机作业区域进行环境感知监测，提高农业生产的效率和精度，提升智慧农业水平。

核心技术及指标

1. 山科农机管理云平台：
 - (1) 符合交通运输部 JT808.2013 协议规范；支持数据对接。
 - (2) 支持天地图、高德、谷歌卫星地图。
 - (3) 支持轨迹显示、查询，最大支持 10 亿条数据。
 - (4) 支持农机工况显示、查询、曲线分析功能。
 - (5) 支持深松作业发布、指派、面积核算等功能；支持深松作业面积计算、作业轨迹、作业合格判定等功能；
 - (6) 支持农机作业轨迹 AI 识别，实现农机行为识别。
 - (7) 支持农机单户、农机合作社、农机管理部门、农机企业四类用户。
 - (8) 支持移动端。
 - (9) 支持农机现场图像检测。
2. 山科 SK2108NJ 终端：
 - (1) 主要传感器：Camera, Can, BeiDou, Angel。
 - (2) 完成现场图像、经纬度轨迹、发动机工况监测。
 - (3) OTA 功能。
 - (4) 现场实时显示作业深度。
3. 山科农机辅助驾驶终端：
 - (1) 双天线定位定向，支持北斗、GPS、GLONASS、伽利略等等多星系统定位；
 - (2) 支持电台、双 4G 网络数据通讯，保证数据连续稳定性；
 - (3) 差分数据：RTCM 2.3/3.0/3.2, CMR。
 - (4) 网络基站，无需现场架设基站。
 - (5) 厘米级控制精度；
 - (6) 作业轨迹实时上传农机管理云平台。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

成果可提供农业机械智能化全链条解决方案，包括农机辅助驾驶、小区播种机精量控制、深松作业、农业机械工况监控、作业轨迹监控等软硬件整体解决方案；也可推广应用于工程机械行业。



知识产权情况

项目申请专利 12 项，其中授权发明专利 2 项，授权实用新型 7 项，登记软件著作权 3 项。

成果负责人	程广河	职称 / 职务	正高	手机	13705315530
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

敏感数据隐私计算系统

成果简介

敏感数据隐私计算系统，通过耦合匿踪查询、安全多方计算、联邦学习三重隐私保护机制构筑底层算法架构。利用私域部署、云服务链接等方式帮助企业或政府机构用户实现隐私属性对齐、联合建模、联合计算等多种上层业务应用，在实现全流程数据隐私保护的同时，打破“数据孤岛”瓶颈，解决政府、企业间协作无法安全利用各方数据的难题，实现敏感数据“可用不可见”，帮助政府和企业将智能化、数字化落地到实际业务应用中，助力各行业实现以数据驱动为核心的开发、运营和产业升级。

核心技术及指标

敏感数据隐私计算系统，主要包括安全多方计算框架下基于盲签名的隐私集合求交模块、基于同态加密的匿踪查询模块和联邦学习模块三部分。其中，隐私集合求交模块能够实现多方隐私信息不泄露前提下的数据匹配与共享，且可在保持数据控制权的基础上确认多方的共有数据；匿踪查询模块亦可实现隐私保护下的敏感数据查询功能，基于同态加密的相关性质，数据服务方无从知晓查询方的查询信息，查询方也无从知晓数据服务方除查询信息外的额外信息，既可实现单一方向的隐私数据安全查询，又满足双向查询的需求；通过隐私集合求交模块和匿踪查询模块确认多方数据之后，联邦学习模块可实现多方数据在不出域前提下的联合建模、联合训练与联合评估，从而获得泛化性能更好的反映所有参与方底层数据性质的全局模型。三个模块相辅相成，隐私集合求交和匿踪查询可视联邦学习模块的前置模块，联邦学习获得的模型也可以辅助提升隐私集合求交和匿踪查询模块的数据碰撞结果精度。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

数据作为一种新型生产要素，其价值在隐私计算技术的支持下得以充分释放。数据提供者和使用者可以在保护隐私的基础上进行数据共享和合作，促进数据流通和价值创造。这种安全的数据交换机制不仅保护了各方的利益，还推动了数据经济的发展。在学术界，隐私计算，特别是联邦学习，是较为热门的研究领域。相关研究成果在隐私计算通讯开销、计算安全性及服务标准化方面有较多进展。然而，隐私计算产品尚不成熟，学术研究与产业开发之间未建立沟通桥梁，导致现阶段企业对于隐私计算技术存在安全性不信任、应用意愿不强等问题。通过该隐私计算系统，学术界的研究成果可以更快地转化为实际应用，促进技术创新和进步。例如，医疗领域的研究人员可以在不泄露患者隐私的前提下共享数据，进行大规模医学和病理研究，加速新药开发和治疗方法的发现；在金融行业，通过隐私计算技术，不同金融机构可以安全地共享和分析客户数据，进行联合风险评估和防欺诈检测，提升金融服务的质量和安全性。隐私计算系统的开发可推动数据市场的繁荣。总之，本项目开发的隐私计算系统在上下游产业中起到了重要的桥梁作用，促进了学术成果的转化和数据的高效融合。为学术界提供了新的研究工具，加速了研究成果的应用；为产业界提供了安全的数据合作机制，打破了数据孤岛，提升了行业整体的创新能力和竞争力。在隐私计算技术的推动下，各行业将迎来更加安全、高效和创新的发展新时代。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 16 项，实用新型专利 2 项，登记软件著作权 13 项，集成电路版权 0 项，商标 0 项。

成果负责人	杨明	职称 / 职务	研究员	手机	15853198662
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				



匿踪查询模块效果图



隐私集合求交模块效果图



联邦学习模块效果图

声信息安全防护设备

成果简介

声信息安全防护设备通过声掩蔽技术进行语音信息防护，设备产生声学干扰信号以掩蔽目标语音信息，其中，空气声输出装置发射空气声掩蔽信号，可为室外及吊顶上方空间提供保护；振动声输出装置发射振动声掩蔽信号，可施加在门窗、墙体和管道等介质表面。设备具有输出功率自动控制功能，输出的掩蔽信号强度可以根据房间内谈话音量的大小自动调节，提高听觉舒适度及防护效果。



局部型



全面型
声信息安全防护系统



便携型及安装效果

核心技术及指标

声信息安全防护设备研究针对汉语的特定人语音合成方法，通过采集特定说话人的样本，实现特定说话人的语音合成。在会话期间，合成没有实际意义的特定说话人的语音，该语音与干扰噪声合成后输出，在声信息安全薄弱环节对有意义的声波信息进行干扰，最终达到声信息安全防护的目的。该设备主要指标包括：

- 1. 声压检测：输入声压响应范围：40 ~ 90dBA
- 2. 掩蔽信号：频率范围：100~4000Hz
- 3. 均衡器：调节范围：100~4000Hz
- 4. 声压阈值报警：报警阈值可调范围：50~80 dBA
- 5. 断线报警：报警响应时间 <100ms
- 6. 麦克风故障报警：报警响应时间 <200ms

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前市场上存在的声掩蔽产品并不能有效阻止声波本身的泄漏。窗户、门、暖气管等形形色色的通道都可能发生声波外泄，进而导致谈话内容泄漏。如何有效的防止语音信息通过远离房间保护区的声波和声振渠道泄漏，是众多国家保密部门和大型企业的关注重点。声信息安全防护设备，可以从根源对声音进行防护，能够为国家、商业等机密语音保护提供保障，具有很强的市场需求和广阔的应用前景。

目前国内市场上该类产品很少，属于新兴产品。且国内的类似产品存在购置费用高、使用不方便等缺点。声信息安全设备按照国际上同类产品的性能指标研制，技术水平高，拥有自主知识产权，克服了国内类似产品的缺点，具有很强的竞争力。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 9 项，登记软件著作权 5 项。

成果负责人	汪付强	职称 / 职务	副研究员	手机	18653128653
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

数据驱动的智慧政府治理关键技术

成果简介

党的二十大提出，到 2035 年要基本实现国家治理体系和治理能力现代化。将人工智能、大数据等技术应用于政府治理，是推动政府治理现代化的必然手段，但现有政府治理工作存在：难以准确、及时、全面感知和充分满足公众多样化、复杂化、个性化需求；数据管理效率和安全难以兼顾；政务信息化项目低水平重复建设等问题。本成果针对上述问题，取得如下技术创新：

提出基于信息级联预测、热点信息预测、知识图谱的公众需求预测分析技术，突破了注意力网络难以捕捉时间信息、动态级联网络中短级联难以预测等技术瓶颈，提升了公众需求分析中信息级联预测和热点信息分析能力，确保了政府对公众需求研判的及时性、精准性，支撑了政府治理制度建设、指标设定和标准体系构建。

研发采用多种加密算法和安全传输协议的数据安全共享技术、多变量时间序列异常检测技术、政务数据智能分类技术，突破现有算法难以兼顾安全性与传输效率的瓶颈，解决了数据分类无法满足政府治理需求的问题，应用于省级政务信息资源共享交换平台，确保了政务数据的安全共享、规范分类和高效应用，充分激发了数据在政府服务能力建设和数字化转型中的核心作用。

首次提出基于成本驱动因子的软件开放式构造性成本模型，构建软件需求分类模型、功能点触发模型、软件项目建设周期预测模型、软件项目绩效基准度量与质量评价模型，形成基于数据智能融合的政务信息化项目管理技术，绩效基准度量技术写入国家标准，面向省、市开展政务信息化项目评审，解决了项目成本评估难、延期风险高、绩效评价难等问题，规范了数字政府建设。



核心技术及指标

在公众需求预测分析方面，提出基于元学习和 Transformer 结构的动态短级联预测模型 MetaCaFormer，预测精度比 GAT、EvolveGCN 等模型提升约 15.4%。

在政府数据异常检测方面，研发多变量时间序列异常检测模型 Anomaly-PTG，其 F1-Score 比 USAD（无监督异常检测）、MAD-GAN（多元异常检测生成对抗网络）等算法提高 2.2%。

在政务信息化项目成本度量方面，融合 GAT 算法和 BERT 模型，构建可精准挖掘软件需求隐式结构特征和句法特征、具备优良泛化能力的新型需求分类模型 DBGAT，其准确度比图神经网络、决策树、随机森林等模型提高 2%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

通过技术、标准应用推广，实现数据驱动的服务能力提升和数字政府建设，促进政府治理现代化，产生显著的经济社会效益。助力山东连续三年获中国政府政务公开“金秤砣”奖，政府服务群众差评率下降 66%，提升了政府数据应用水平。近两年累计新增销售 8.19 亿元。面向省政府办公厅、省大数据局等省直部门以及济南、潍坊等市级政府开展应用，2021、2022 两年为政府节约信息化项目投入 35.53 亿元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，发布国家标准 21 部，行业标准、地方标准 28 部，授权发明专利 25 项、实用新型专利 3 项，登记软件著作权 11 项，发表高水平论文 32 篇，出版专著 6 部。

成果负责人	李刚	职称 / 职务	研究员	手机	15905315685
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

数字化转型解决方案应用推广公共服务平台

成果简介

面向高端装备制造、家电、服装等重点行业企业，研究了数字化管理、个性化定制、网络化协同、服务型制造等数字化转型新模式；完成了数字化转型解决方案应用推广公共服务平台建设，为平台服务商及数字化转型生态形成提供底层架构支持；围绕依托工业互联网实现对数字化转型的需求，研发了 10 项数字化转型诊断咨询工具；平台汇聚了 83 家数字化转型解决方案提供商，提供了 182 个能够解决企业实际问题、敏捷部署、强复制可推广的数字化转型解决方案及相应的产品和支撑服务；按照重点行业、重点企业、公共服务的实施层次，面向区域和行业，平台提供数字化转型精准实施与推广服务，促进产品质量提升、设备节能降耗、生产成本管控、安全运营保障等方面的成效提升。

核心技术及指标

项目构建了数字化转型解决方案应用推广公共服务平台，提供容器化打包部署、平台互联互通、产品上架、线上展示、分类标签、检索、智能组合、智能匹配、精准推荐、APP、交易服务、专家咨询等 12 项服务；部署 10 项数字化转型公共服务产品和 10 项数字化转型诊断咨询工具，汇聚 17 项数字化转型云化部署公共服务产品。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目建成的数字化转型解决方案应用推广公共服务平台，涵盖装备制造、家电、服装等多个产业领域，面向区域和行业提供数字化转型精准决策支撑服务，构建了数字化转型解决方案服务生态，汇聚了一批咨询服务商、解决方案提供商、系统集成商，形成了“服务→赋能→转型→提升”的平台机制，在产品质量提升、设备节能降耗、生产成本管控、安全运营保障等方面帮助企业取得成效提升，项目的实施带动企业数字化转型，提升了行业整体竞争力。

项目开展数字化管理为特色的数字化转型服务，为 70 家单位提供数字化转型及升级服务；数字化设计方面，为 70 家单位提供数字化转型及升级服务；再高端装备数字化设计、诊断咨询、装备数控智能化等方面，为 200 余家单位提升数字化转型技术服务。

项目为 1025 家企业提供数字化转型解决方案服务，并提供数字化转型工具服务。通过平台实施企业数字化转型，帮助企业实现智能化生产和管理，实现生产方式和商模创新、工业互联和数据共享，提升了装备、家电和服装等重点行业、企业的综合竞争力，降低协作成本、交易成本，提升个性化定制和智能决策能力。

知识产权情况

项目申请发明专利 12 项，授权发明专利 2 项，登记软件著作权 20 项，形成团体标准 3 项。

成果负责人	程广河	职称 / 职务	研究员	手机	13705315530
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

基于算力网络的管道安全光纤监测技术

成果简介

基于算力网络的管道安全光纤监测技术，面向油气、热力等管道储运安全多场景、全天候、分布式、精细化的建设需求，依托高性能光电硬件和解调算法，突破了分布式感知空间分辨率提升、温度 / 振动 / 声波检测分辨率提升等关键技术，并基于大数据和超算算力的云边协同的 AI 智能模式识别方法，搭建了基于算力网络的储运网络监测“云边端”协同数字化服务支撑平台，实现了基于监测装备的高通量监测数据的多源采集、融合存储和智能处理，可满足不同典型智慧管线场景的多类复杂事件高准确率识别应用需求。

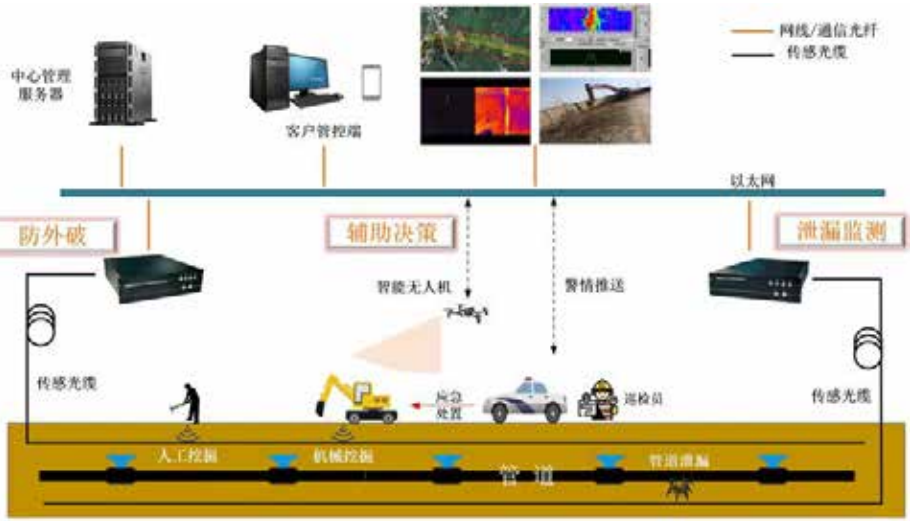


图 1 管道安全光纤监测示意图

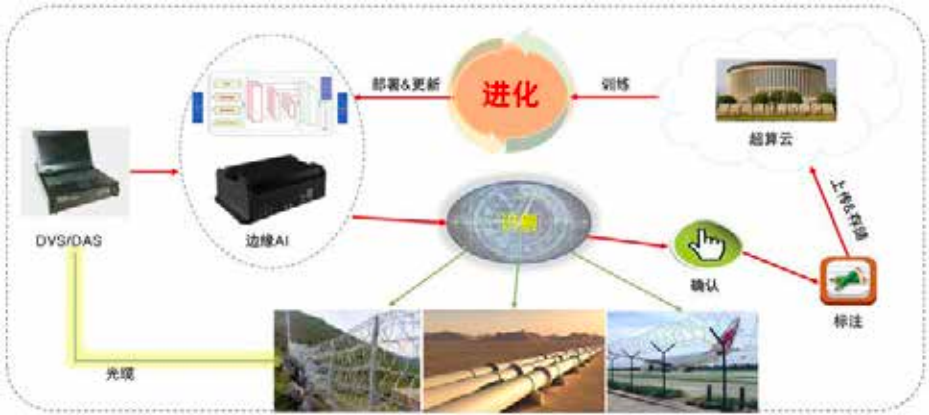


图 2 基于算力网络的管道安全光纤监测技术

核心技术及指标

1. 分布式光纤温度检测技术:
(1) 测量距离: $\geq 20\text{km}$; (2) 测温分辨率: 0.1°C ; (3) 测温精度: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
2. 分布式声波 / 振动检测技术:
(1) 测量距离: $\geq 50\text{km}$; (2) 频响范围: $0.01\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$ (3) 空间分辨率: $\leq 2\text{m}$
3. 事件识别种类: ≥ 10 种;
4. 识别准确率: $\geq 95\%$ 。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

随着国民经济的高速发展，国家大力建设各种长输油气管线、市政管网，以满足不断增长的能源、物资、信息供应需求。目前，我国油气管道总里程已超 18 万公里，热力管道管道长度达 50 万公里。

然而，综合管线多位于野外或深埋地下，一旦发生漏损，定位十分困难。迫切需要更先进、更高效、更经济的技术手段，对管线状态进行在线监测，对潜在风险提前预警，对漏损事件在线告警！

基于算力网络的管道安全光纤监测技术融合光纤传感、算力网络、大数据、人工智能等技术，对管道动态进行实时监测和智能分析，可准确识别管道的潜在破坏事件、并精确定位。该成果经转化运营后，预计每年产生直接经济效益超 5000 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 6 项。

成果负责人	孙志慧	职称 / 职务	研究员	手机	15053172981
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

一种基于极谐傅里叶矩的鲁棒可逆信息隐藏方法及系统

成果简介

该成果提出了一种基于极谐傅里叶矩的鲁棒可逆信息隐藏方法及系统，利用极谐傅里叶矩的抗几何变形和高保真特性，通过设计的整数量化索引调制技术和二维可逆信息隐藏方法，将秘密数据嵌入到图像并在接收端实现无损恢复。该算法在保持高视觉质量的同时，显著提高了对几何变形攻击的抗性，实验结果表明其在鲁棒性、隐蔽性和可逆性方面均优于现有技术，适用于医疗、军事等对图像质量要求高的领域。

核心技术及指标

1. 极谐傅里叶矩 (Polar Harmonic Fourier Moments, PHFMs) 能够很好的抵抗几何变形攻击（如旋转、缩放），确保嵌入数据的鲁棒性。通过将图像转换到频域，PHFMs 有助于保持载密图像的高视觉质量。并且与其他矩相比，极谐傅里叶矩的径向基函数的计算更加简便，具有更多的零点和更加均匀的零点分布，在描述图像时优于其他正交矩；而且 PHFMs 不存在数值不稳定的问题，具有更强的图像重建能力。
2. 提出了一种整数量化索引调制技术 (integer-QIM)，算法原理如图 1 所示。秘密信息嵌入前，将 PHFMs 系数的值分离为整数部分与小数部分；嵌入时，仅对矩系数的整数部分进行量化；嵌入完成后，再将小数部分添加到量化后的矩中，这样可以保证量化误差为整数，有效减少补偿信息的长度，从而显著改善载密图像的图像质量。与传统量化索引调制技术相比，整数量化索引调制技术可以保留矩系数的小数部分，在保持鲁棒性不变的情况下明显提升了载密图像的图像质量。
3. 为了进一步保持载密图像的图像质量，将补偿信息嵌入到内切圆的外侧区域，与秘密信息嵌入区域分离，有利于减少因补偿信息嵌入而产生的图像失真。在可逆嵌入阶段，使用基于像素值排序的可逆信息隐藏算法，通过考虑像素值顺序和像素的位置，保证了二维 PEH 的形状是规则的。此外，设计了一种自学习机制，即使对于具有更多纹理区域的图像也能实现优秀的性能。

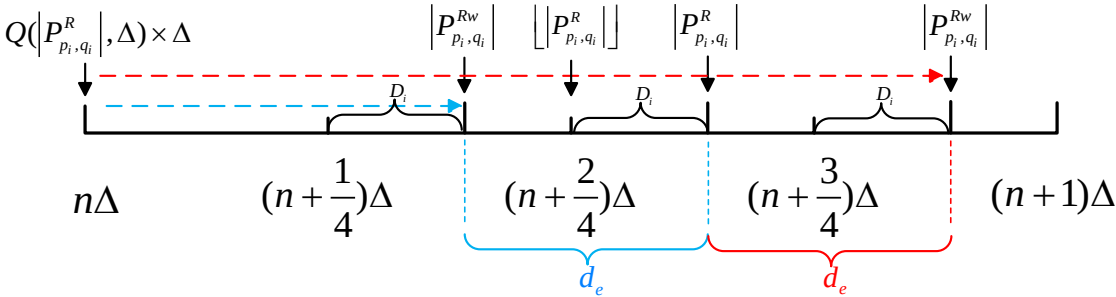


图 1 整数量化索引调制技术 (integer-QIM) 原理

产业上下游情况介绍，项目效益分析

上游产业:

1. 计算机硬件: 图像处理和数据隐藏算法需要高性能计算机硬件的支持,包括 CPU、GPU 等,以确保算法的高效执行。大容量、高速的存储设备(如 SSD)对于存储和处理大量图像数据至关重要。
2. 图像处理与数据隐藏算法的研发依赖于计算机视觉、图像处理、密码学等领域的基础研究和技术进步。

下游产业:

1. 数字版权保护: 多媒体内容提供商（如影视公司、音乐公司）使用数据隐藏技术来保护版权，防止盗版和非法分发。
2. 医疗影像管理: 医疗行业使用可逆数据隐藏技术来嵌入患者信息，以确保数据的完整性和隐私保护，同时保证影像质量。
3. 社交媒体与通信: 社交媒体平台和通信服务提供商通过数据隐藏技术来嵌入和验证用户数据，提高安全性和防伪能力。

项目效益分析:

一、经济效益

1. 成本节约

- (1) 通过使用高效的数据隐藏算法，减少了对图像质量的损害，从而降低了修复和重新处理图像的成本。
- (2) 自动化的图像处理技术减少了人工干预，降低了人力成本。

2. 收益增长

- (1) 数字版权保护技术可以有效防止盗版，提高内容创作者和版权持有者的收入。
- (2) 提供高质量的医疗影像管理和保护服务，增强医疗机构的竞争力和服务质量，吸引更多患者。

3. 市场扩展

该技术可以推广到更多行业，如军事、执法和社交媒体，从而开拓新的市场和应用领域。

二、社会效益

1. 信息安全: 提高了信息的安全性和完整性，防止数据泄露和篡改，增强了用户的信任感和安全感。
2. 版权保护: 有效保护了数字内容的版权，促进了文化创意产业的发展，鼓励更多优质内容的创作和传播。
3. 医疗保障: 通过在医疗图像中嵌入患者信息，确保了医疗数据的一致性和准确性，提升了医疗服务质量和患者的满意度。

三、环境效益

1. 资源优化: 高效的数据隐藏技术减少了数据存储和传输中的冗余，优化了资源使用，提高了系统整体效率。
2. 减少资源浪费: 减少了因图像质量下降而导致的重新采集和处理，降低了资源浪费。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

成果负责人	马宾	职称 / 职务	二级教授 / 计算机学部副主任	手机	18363096899
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

生物电微弱信号感知与无线传输技术

成果简介

本成果研发了一种针对微弱生物电信号的调理放大、多通道采集和无线传输技术。该成果设计了面向表面肌电信号有效采集的干电极传感器，设计了高信噪比前端前置放大模拟电路，解决了传统肌电采集所面临的易受 50Hz 工频干扰和人体活动所引入的噪声的问题；在此基础上，设计了低功耗多通道采集模块，开发相应的数字滤波算法，并设计了基于国产芯片的蓝牙无线传输系统。所研发成果能够有效抑制干扰，实现人体生物电信号的有效采集和高效传输，可广泛应用于医疗设备、可穿戴设备和健康检测系统。

核心技术及指标

核心技术涉及到前置放大电路设计、50Hz 干扰抑制技术、数字滤波技术、嵌入式多通道采集技术和低功耗无线传输技术。其中，前置放大电路设计解决了干扰、体积和功耗的问题，能够实现高品质的低功耗微弱信号放大。多通道采集技术采用独特的信号处理方式，为未来人工智能技术嵌入提供了空间。无线传输技术采用国产化芯片，避免核心器件卡脖子问题。

本技术的具体指标如表 1 所示。具体的电路设计和测试结果如图 1 和图 2 所示。

表 1 表面肌电信号调理技术指标

指标名称	指标参数	说明
电极类型	干电极	自研
传感器电极尺寸	9mm*5mm	
传感器模块尺寸	11.2mm*26.2mm	
采集通道	8	
采样频率	1kHz	可定制
带宽	10Hz-500Hz	可定制
传感器重量	<10g	
信号电压输入范围	0-10 微伏	
供电电压	3.7V-5V	可充电

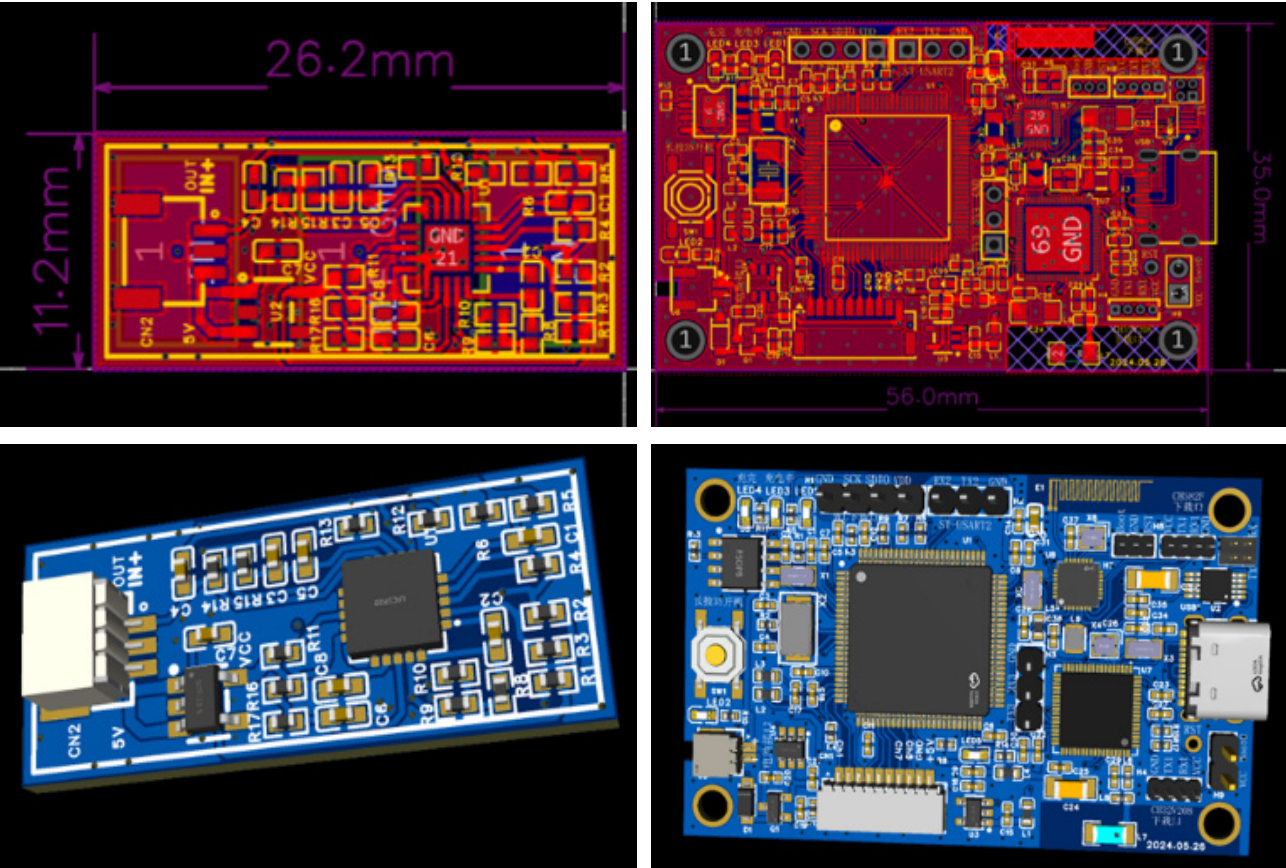


图 1 表面肌电信号调理、采集及低功耗无线传输电路

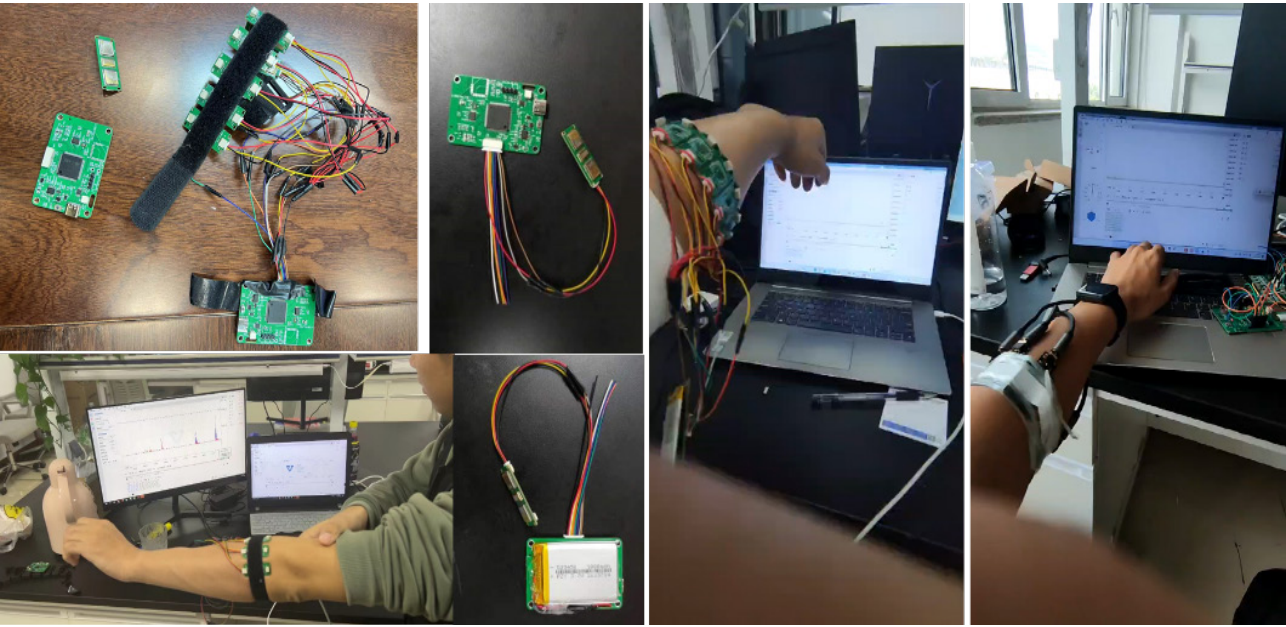


图 2 表面肌电采集实验过程

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本成果涉及到面向微弱信号传感，主要是信号的调理、滤波、采集和传输。其核心技术隶属于传感器设计与制造。本技术可以从生物电采集拓展到更为宽广的传感器产业。本技术能够拓展到工业智能传感器领域，包括压电、应变等传感器设计与信号采集。

本技术对接的上游产业包括高精度模拟放大器、微控制器芯片、蓝牙芯片、电子元器件、压电材料、PCB 设计等，下游应用涉及到医疗器械、智能穿戴、机器人和消费电子领域。典型的应用场景未基于表面肌电信号的假肢控制系统。该系统能够利用所涉及的表面肌电信号采集系统，采集表面肌电信号，进而通过人工智能算法识别佩戴着的动作模式，进而控制机械手臂，完成使用者想要实现的动作。

总之，通过应用本技术，能够解决传感器领域信号调理所面向的问题，实现高精度、低噪声、数字化的采集和无线传输，具有非常大的市场空间。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 2 项，实用新型专利 1 项。

成果负责人	董安明	职称 / 职务	副教授	手机	15168855183
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

一种用于分离提取敏感信息的 JPEG 加密域可逆信息隐藏算法

成果简介

本成果涉及数据存储安全技术领域，尤其是提供了一种用于分离提取敏感信息的 JPEG 加密域可逆信息隐藏算法。该算法包括将 JPEG 原始图像进行分块并量化，获取量化后的 DCT 系数，并将图像矩阵分成 64×64 个 8×8 的 DCT 系数块；对每个 8×8 的 DCT 系数块中的 AC 系数中值为 0 的系数数量进行统计，并按统计的结果进行从大到小的排序以及按排序进行嵌入；对每个 8×8 的 DCT 系数块中的 DC 系数采用一维正切混沌加密，AC 系数采用 Paillier 同态加密，生成密文图像，对密文图像进行解密，分离提取嵌入的敏感信息，以获取 JPEG 原始图像，通过 Paillier 同态加密技术提高了加密的安全性和图像质量的稳定性，提升了在压缩图像上嵌入附加信息的容量，并实现了可分离提取敏感信息，不影响解密结果。

核心技术及指标

一种用于分离提取敏感信息的 JPEG 加密域可逆信息隐藏算法，所述核心技术包括：对 JPEG 原始图像进行处理，采用 512×512 将 JPEG 原始图像进行分块并量化，获取量化后的离散余弦变换 DCT 系数，并将图像矩阵分成 64×64 个 8×8 的 DCT 系数块，其中，每个 8×8 的 DCT 系数块包括直流 DC 系数和交流 AC 系数；对于 64×64 个 8×8 的 DCT 系数块，对每个 8×8 的 DCT 系数块中的 AC 系数中值为 0 的系数数量进行统计，并按统计的结果进行从大到小的排序以及按排序进行嵌入；对每个 8×8 的 DCT 系数块中的 DC 系数采用一维正切混沌加密，AC 系数采用 Paillier 同态加密，生成密文图像；对密文图像进行解密，分离提取嵌入的敏感信息，以获取 JPEG 原始图像。

加密及嵌入敏感信息过程如图 1 所示：AC 系数采用 Paillier 同态加密，选取 AC 系数中值为 1 或 -1 的系数，采取 Paillier 同态加密并同时嵌入敏感信息；对值为 1 或 -1 以外的正系数，采用 Paillier 同态加密；以及对值为 1 或 -1 以外的负系数，采用改进的 Paillier 同态加密。

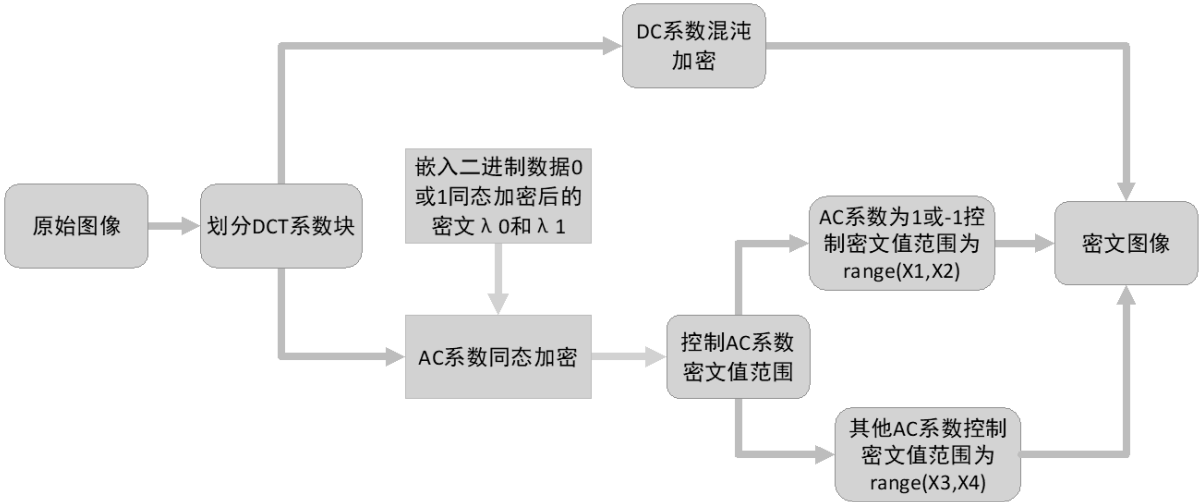


图 1 加密及嵌入敏感信息过程

解密及信息提取过程如图 2 所示：从密文图像分离提取嵌入的敏感信息，之后进行解密，以获取 JPEG 原始图像；对密文图像进行解密，分离提取嵌入的敏感信息，以获取 JPEG 原始图像。

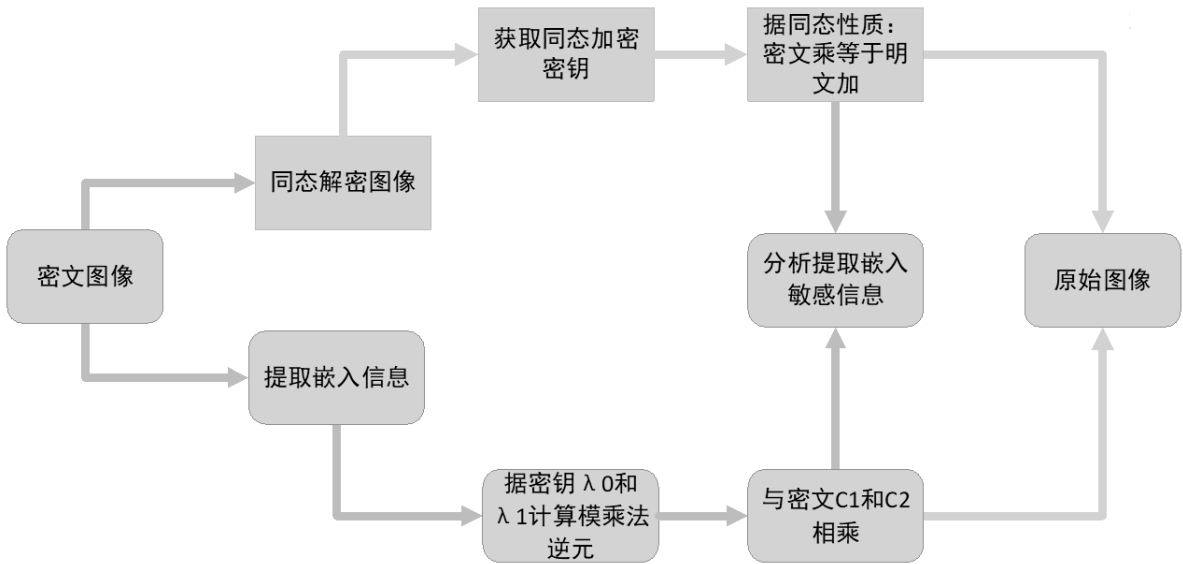


图 2 解密及信息提取过程

产业上下游情况介绍，项目效益分析

上游产业：对于图像处理硬件和软件：包括用于图像采集的摄像头、图像处理的计算机硬件（如 GPU、DSP 等）和相关软件（如图像处理算法库、图像压缩软件等）。对上游企业提供高性能的图像传感器和处理器。针对于加密算法和安全技术：提供支持同态加密、混沌加密等高级加密算法的软硬件设施。对上游企业提供加密解决方案的公司。

下游产业：针对数据存储和传输：对大规模图像数据的存储和高速传输有需求，如云存储服务、数据中心、5G 通信等。对下游企业和云服务提供商，以及电信运营商提供数据存储和传输服务。针对隐私保护和信息安全：适用于需要保护敏感信息的各个行业，如医疗影像、金融记录、政府数据等。对下游企业如医院、银行、政府机构、互联网公司，提供信息隐藏和加密技术。

项目效益分析

经济效益方面：随着隐私保护和信息安全的重视程度不断提高，市场对安全可靠的图像加密和信息隐藏技术需求激增。医疗、金融、政府等高价值信息领域的广泛应用，带来可观的市场空间。采用先进的 Paillier 同态加密和混沌加密技术，提高了图像加密和信息隐藏的安全性和可靠性。可逆信息隐藏技术确保在信息提取后可以恢复原始图像，满足高保真度的应用需求。利用现有的图像处理和加密硬件设施，减少研发成本。提高信息处理和传输效率，降低了带宽和存储成本。

社会效益方面：有效保护个人和机构的敏感信息，防止信息泄露和滥用。提升公众对数据隐私和信息安全的信心，促进信息化社会健康发展。提高各行业对数据安全的防护能力，减少数据泄露事件的发生。保障重要信息的完整性和机密性，维护社会稳定和国家安全。推动先进图像处理和加密技术的应用和普及，提高产业技术水平。带动相关上下游产业的协同发展，促进信息技术产业的整体提升。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

成果负责人	马宾	职称 / 职务	二级教授 / 计算机学部副主任	手机	18363096899
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

智能农机装备关键技术研发及产业化示范

成果简介

该项目对智能化农机装备电液控制技术、低成本北斗高精度定位与导航技术、基于云平台的农机装备智能化管理技术进行了系统的研究。提出了一种基于多路径传输的农机高精度定位方法，实现了不同运营商的多个网络 (2/3G/4G) 下多路径的可靠连接，有效提高了网络的连通性和通讯的可靠性。搭建了基于北斗系统的高精度定位系统，研制了农机装备智能化控制系统，具有导航、转向控制等功能。构建了基于云平台的农机装备智能化管理平台，具有农机管理、实时监控等功能，为农机提供了智能化的管理应用平台。建成智能拖拉机、智能玉米收获机的生产线各 1 条，均具有批量生产能力，达到产业化建设与示范目标。

核心技术及指标

1. 农机装备智能化控制系统	
高精度定位装置指标	数据传输指标
跟踪通道：192 通道	输出频率：1Hz~50Hz 可调
北斗 B1/B2;GPS L1/L2	实时数据流协议：支持 TCP/IP,UDP,NTRIP
定位精度：平面 ±（3.0CM+1x10-6D）	网络通讯：支持以太网通讯、2G(GPRS/CDMA)、3G、蓝牙
高程 ±（6.0CM+1x10-6D）	其他通信方式：RS232
初始化时间 小于 30 秒	数据输出：NMEA0183，原始数据
初始化可靠性 一般大于 99.9%	显示指标
同步 RTK 播发：支持	人机界面：高分辨率彩色触摸屏中文界面，强光下可视
自动控制指标	物理性能指标
控制系统：ECU-S1：高精度自动驾驶控制系统	防潮、防腐蚀：符合野外环境标准
电性能指标	散热能力：无风扇设计，符合野外安装标准
I/O 接口：天线接口、网络接口、9DB 串口、	IP 防护等级：IP67，防尘，防水，防震动
2G/3G 天线接口	工作环境温度：-40—65 度
电源供电：DC9-36V 输入，功耗 <8W	存储温度：-45—80 度
	连续工作时间：7*24 小时不间断工作
2. 自动驾驶控制软件功能	3. 农业装备智能化管理系统
自动转向功能	系统接入容量：监控 100000 台农业机械，支持在线客户端 1000 个
导航功能	数据处理能力：1000 条 / 秒
标记功能	内存数据库容量：10000 条
周长面积功能	监视车辆频率：30s
具有点、直线、平等线、曲线和轴等导航模式	系统可靠性：7×24 小时不间断工作，月故障时间 <0.5 小时
格网工作模式	
设置障碍物区域功能	
可达到厘米级的实时动态的作业精度	

知识产权情况

申请发明专利 10 项，实用新型专利 15 项，授权外观专利 3 项，登记软件著作权 2 项，形成行业标准 1 项，企业标准 1 项。

成果负责人	程广河	职称 / 职务	研究员	手机	13705315530
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

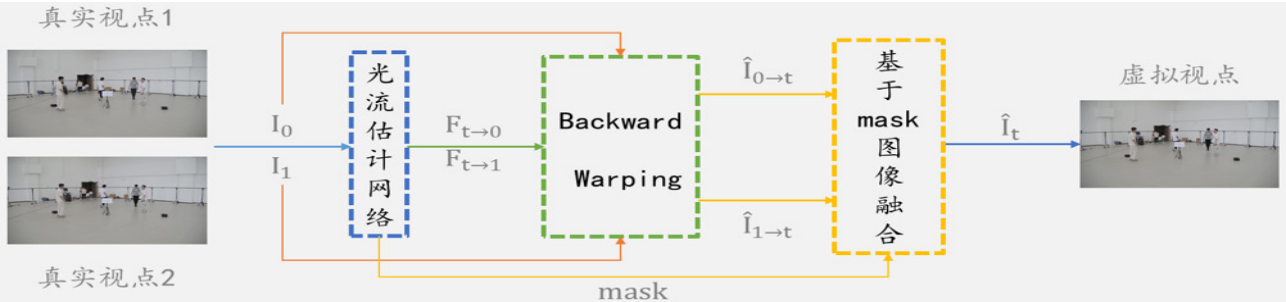
自由视角系统

成果简介

传统的体育训练或赛事直播和回放大都采用单一视角（相机）的拍摄方式，只能观察到被拍摄对象某一面的行为姿态，无法满足对现场多角度实时分析或后续复盘的需求。我们针对这一问题研发了自由视角系统，从功能、传输、成本、新颖性等方面对传统拍摄方式进行革新，能够在较低的成本下，高效地实现更多视角、更低延迟、更加流畅的观看体验。本系统具有自主创新的知识体系，直击行业痛点，具备不断进行迭代优化和升级的能力，使其适应更多行业更加丰富的任务需求。

核心技术及指标

本系统的核心为自研的视点合成算法，利用深度学习的技术，估计相邻两个真实视点之间的光流图。通过对光流图进行 Backward Warping 获得扭曲之后的图像，进而通过掩码方式对图像进行加权融合，获得两个真实视点之间不同观看角度的虚拟视点图像。具体流程图如下：



本系统还通过硬件并行优化，提升了视频解码效率，从而能够支持 1080P（1920x1080）分辨率和 60fps 帧率情况下的视角切换。可以在终端设备进行 20 路以上相机或视频的流畅切换与显示，系统延时在 1s 以内。本系统支持环境的快速部署，依托具有自主知识产权的相机标定和毫秒级同步技术，能够在较短的时间内对 360°的相机进行准确安装与协调。本系统具有丰富的功能，在实时状态下，不仅支持多视角的滑动切换，还能回看 10min 之内的任意镜头，多维度地进行动作解读。本系统能够随时保存直播录像，在离线状态下可以完成多路视频的同步读取，方便对过往视频多角度地反复观看与分析。本系统对自由视角（时间和空间同时切换）和子弹时间（时间不变，空间切换）都能提供强大的支持，利用自研的虚拟视点合成和二次标定技术，相邻相机之间的间隔能达到 7°以上，比传统多视角方案减少 50% 的相机数量，在节约成本的同时能够实现媲美传统方案的视觉效果。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本系统可以应用于赛事、时装展、演唱会、活动等自由视角直播。通过现场多个手机或多路相机拍摄采集后上行推流，观众可通过手机滑动操作选择喜爱的角度画面观看，从而提升活动直播影响力。本系统还可以应用于网红舞蹈、网红演唱等才艺直播，以及直播带货等场景。建议采用具有拍摄简便优点的手机拍摄做现场多路画面采集，观众可通过手机滑动操作选择喜爱的角度画面观看，提升转化率。

本系统当前已经在成都体育学院体操馆进行部署，通过 24 台相机 180°的部署，可以从不同方向查看体操运动员的位姿。同时通过实时的录像功能，可以在运动后对细节进行复盘，能够提升教学和训练效果。

知识产权情况

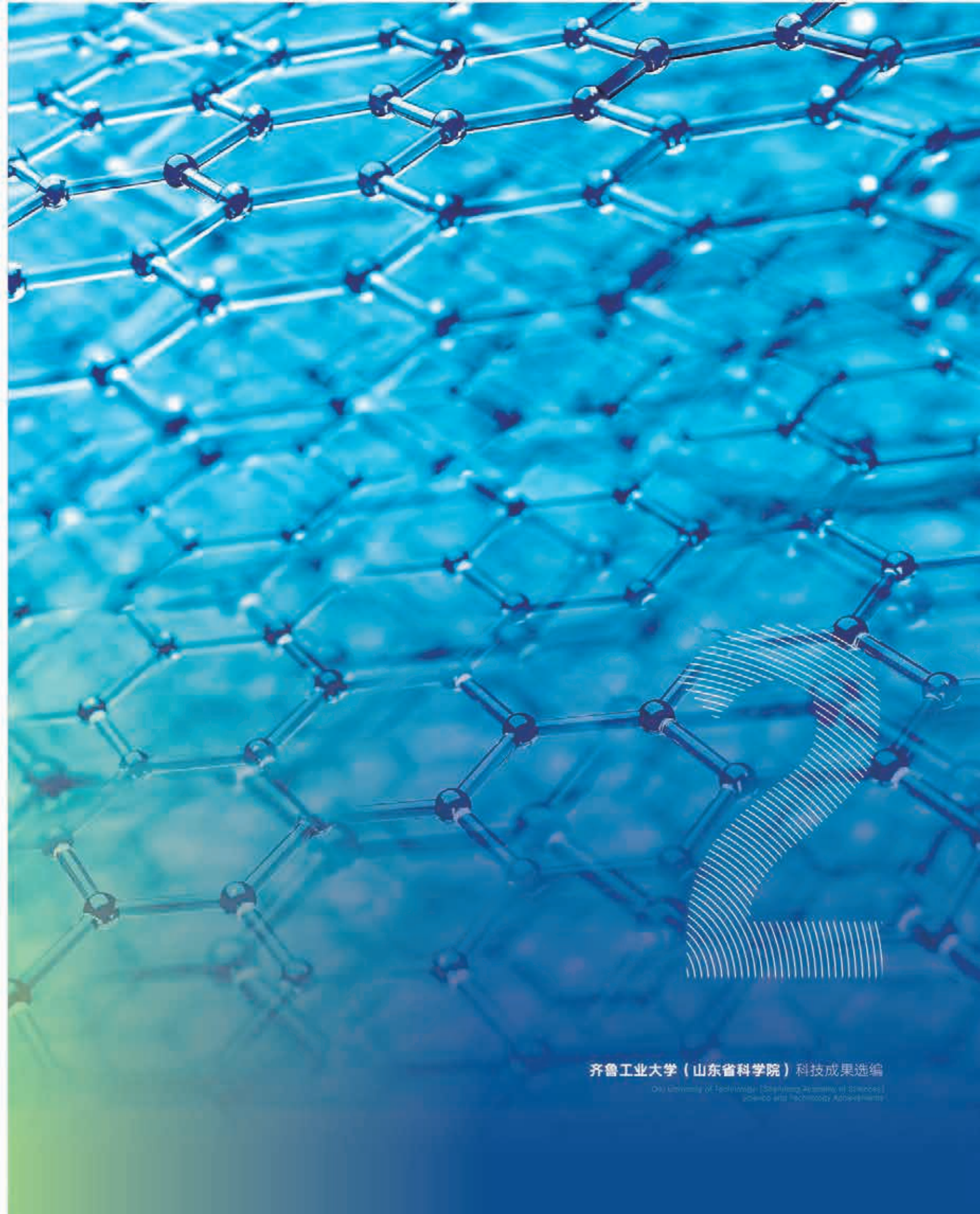
本成果具有自主知识产权，授权发明专利 0 项，实用新型专利 0 项，登记软件著作权 1 项，集成电路版权 0 项，商标 0 项。

成果负责人	李田法	职称 / 职务	济南超级计算技术研究院	手机	15954109891
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



第二部分 轻工学部、生物基材料与绿色造纸国家重点实验室

19/12
FACULTY OF LIGHT INDUSTRY, STATE KEY LABORATORY OF BIOBASED MATERIAL AND GREEN PAPERMAKING



轻工学部、生物基材料与绿色造纸 国家重点实验室

学部简介

生物基材料与绿色造纸国家重点实验室围绕国家产业需求，以服务区域、辐射全国相关产业为目标，凝练关键科学问题，坚持多学科交叉，开展基础研究和应用基础研究，形成了“木质化生物质资源特性及其应用、纸与纸基新材料、微生物合成材料、变性淀粉及其功能材料”四个研究方向。力求通过研究方向的交叉深度融合，践行“开放、流动、联合、竞争”的理念，为促进轻工、生物、化学、材料等学科领域的协同发展提供平台和支撑，为区域和全国相关行业的发展提供基础理论支持。生物基材料与绿色造纸领域的关键科学问题和共性技术等重大基础理论和技术创新上的研究与创新，将对推动生物基材料相关产业提质升级将起到引领和支撑作用，对促进山东省新旧动能转换具有重要的意义。

轻工学部依托“生物基材料与绿色造纸国家重点实验室”等优势科教资源，设有轻化工程、印刷工程、包装工程、功能材料、新媒体技术 5 个本科专业，其中轻化工程、印刷工程是国家级一流本科专业建设点，包装工程是山东省一流本科专业建设点，功能材料、新媒体技术是国家战略性新兴产业本科专业。现有专任教师和科研人员 170 余人，其中教授 31 人、副教授 43 人。拥有科技创新领军人才、百千万人才工程国家级人选、CJ、国家有突出贡献中青年专家、泰山学者特聘专家、泰山学者青年专家、泰山产业领军人才、山东省有突出贡献的中青年专家等国家、省部级人才 14 人。学部建有“制浆造纸科学与技术教育部重点实验室”“中国轻工业制浆造纸与印刷包装重点实验室”“中国轻工业生态制革重点实验室”等省部级重点研究平台 10 余个。

轻工技术与工程学科是山东省高水平学科立项建设学科和山东省一流学科培育建设学科，制浆造纸工程学科、皮革化学与工程学科、印刷与包装工程学科已成为行业领域高层次人才培养和技术开发的主要平台，为山东乃至全国行业的发展做出了重大贡献。获国家科技进步一等奖、国家科技发明二等奖、国家科技进步二等奖、教育部科技进步一等奖、何梁何利基金科学与技术创新奖、山东省专利一等奖、山东省科技进步一等奖、山东省科技进步二等奖、山东省教学成果特等奖和一等奖等教学和科研奖项 40 余项，30 余项共性关键技术得以突破并在相关行业进行推广应用。主持国家重点研发计划 2 项，国家和省部级项目 80 项，总经费 2 亿元。



学部大型仪器设备简介

生物基材料与绿色造纸国家重点实验室科研用房面积 2.5 万平方米，仪器设备总值达到 1.8 亿元，拥有显微 CT、X- 射线光电子能谱仪、600M 核磁共振波谱仪、高分辨场发射扫描电子显微镜、激光共聚焦拉曼光谱仪、液相色谱 - 四极杆静电场轨道阱高分辨质谱联用仪、小角 X- 射线散射仪、激光扫描共聚焦显微镜等。

显微 CT

仪器简介

显微 CT 技术是一种非破坏性的三维成像技术，在材料学、医学、地质学、生物学等方面有着广泛的应用，是对样品进行无损检测和无损评价的关键手段，可取代传统破坏性剖切的检测方法，获得在任意方向上的样品截面图像，还可以从三维立体结构上进行观察和分析，更真实可靠地反映样品内部结构。

仪器主要特点及技术指标

1. 样品细节检测能力（最高分辨率）：100nm；
2. X 光源电压：20-190kV 连续可调，X 光源焦点尺寸：900nm；
3. 包含一个 4032×2688（1100 万）像素 CCD 探测器和一个 1944×1536（300 万）像素的平板探测器；
4. 样品台载重 25kg，径向移动误差 <100nm；
5. 配有高温、低温原位样品台，材料力学原位测试样品台。



X- 射线光电子能谱仪（X-ray Photoelectron Spectrometer）

仪器简介

XPS 是进行样品表面元素组成及化学态分析的最为重要的方法之一，探测深度在 1-10 nm 之间，能够检测元素周期表中除 H，He 以外的几乎所有元素，主要应用于：

1. 对样品表面元素进行定性、定量分析；
2. 对元素的化学状态和化学环境等进行分析；
3. 对样品进行深度分布分析，给出元素随样品深度分布信息；
4. 对元素及其化学态进行成像，给出不同化学态的不同元素在表面的分布图像。

仪器主要特点及技术指标

1. 最佳能量分辨率 0.45 eV；
2. 最佳空间分辨率 3 μm（XPS 成像）；
3. 单色光源最佳灵敏度：1600kcps (AlKα 0.60eVAg3d5/2 峰)；
4. 分析室最佳真空度可达 5×10⁻¹⁰mbar；
5. 离子枪束斑 150 μm；
6. 能量分析范围为 0-5000eV。



600M 核磁共振波谱仪 (600M Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer)

仪器简介

功能特色: 该核磁共振波谱仪利用原子核对射频辐射的吸收, 对各种有机物和无机物的成分, 结构进行定性分析, 是研究测定有机和无机化合物的重要工具。应用于实验室的化学合成分子特性分析、混合物分析、固体材料分析、生物分子分析等方面。本仪器配有固体探头, 可进行固体及液体样品测试, 还可进行无氘代试剂测试。

仪器主要特点及技术指标

1. 14.09T 54nm 超导自屏蔽磁体;
2. 时间分辨率: 5 nm;
3. 最大谱宽: 10MHz;
4. 控温范围: -170℃ ~250℃;
5. 配有常规液体探头, 3.2mm 常温和高温固体探头以及 8mm 常温固体探头;
6. 检测核: H, F; 杂核 (P-N) 。



高分辨场发射扫描电子显微镜 (Ultra-high resolution scanning electron microscop)

仪器简介

高分辨场发射扫描电子显微镜大幅提高了探针电流, 并极大增强了电流的稳定性, 在低加速电压下, 可长时间连续实现高分辨观察和分析功能。广泛用于生物学、医学、金属材料、高分子材料、陶瓷氧化物、矿物、半导体、食品、农作物和化工产品等材料领域。既可以观察和检测非均相有机材料、无机材料及在微米、纳米级样品的表面特征, 也可以进行化学成分像分布, 微区化学成分分析显微组织的研究。

仪器主要特点及技术指标

1. 二次电子分辨率: 0.8nm (加速电压 15KV, WD=4.0mm); 1.1nm (着陆电压 1KV, WD=1.5mm, 减速模式);
2. 放大倍率: 20~1000000;
3. 加速电压: 0.01~30KV。



激光共聚焦拉曼光谱仪 (Raman)

仪器简介

拉曼光谱是一种散射光谱, 可基于拉曼散射效应, 得到分子振动和转动方面的信息, 应用于分子结构研究。拉曼光谱不需花太多精力在样品制备上, 并且拉曼光谱对水吸收带不敏感, 使得拉曼光谱不仅能直接测试固体、液体以及气体, 而且能透过透明的玻璃、石英以及塑料等对物质进行测试。主要应用于物理、化学分析、生物学研究、药学、环境、材料等领域。

仪器主要特点及技术指标

1. 激光器: 532nm 激光, 633nm 激光, 785nm 激光;
2. 显微镜物镜: ×5; ×20; ×50; ×100; ×50 长焦物镜。



液相色谱 – 四极杆静电场轨道阱高分辨质谱联用仪 (UPLC-Q Exactive Focus)

仪器简介

功能特色及应用领域: Q Exactive Focus 高分辨质谱集超高效液相色谱的分离能力和 Orbitrap 质谱的高分辨、高灵敏度及强大的定性功能于一体, 专属性强、准确可靠、快速灵敏, 成为可用于定性、定量的有力分析工具。其应用范围涉及药物研发、食品安全、环境监测、司法检验等众多领域, 包括:

1. 药物发现和开发各阶段, 代谢产物鉴定, 杂质研究;
2. 食品安全化学残留物筛查;
3. 环境有害物质监控;
4. 体育比赛兴奋剂的确认检测;
5. 法医毒品毒物检测等各个领域。

仪器主要特点及技术指标

1. 质量范围: m/z 50 ~ 3000 (单电荷); 50-30000(多电荷); 正负离子扫描。
2. 分辨率高达 70,000;
3. 最大扫描速率 12 Hz;
4. 质量准确度: 内标 < 1 ppm RMS; 外标 < 3 ppm RMS。



小角 X- 射线散射仪 (Small-angle X-ray Scattering System)

仪器简介

功能特色: 主要用于研究软物质领域的纳米结构。测试的样品从食品、蛋白质溶液、纳米微乳液、多孔材料、液晶、凝胶、薄膜到聚合物固体等变化多端, 测试的结构可以是周期性的纳米结构, 也可以是无序排列的纳米结构。

仪器主要特点及技术指标

1. 风冷 1μS 高亮度微焦斑封闭靶点光源: 功率 30W;
2. Montel 镜子: 背靠背两次反射镜子, Cu Kα 纯度 >99.5% ;
3. 无杂散 SCATEX 圆形两孔准直系统和三孔准直系统;
4. 超大样品腔: 可选择真空或某种气体氛围, 内腔尺寸 287mm×501mm×380 mm;
5. XY MAPPING 样品台, 54 位固体自动进样器, 6 位液体自动进样器, 4 位参考样品架;
6. 变温样品台: -30~120℃样品台, 控温精度 0.1℃;
7. 大面积实时零背景免维护二维探测器 VANTEC500: 芯片直径: 140mm, 像素尺寸 68μm×68μm, 像素个数 >3,327,400, 背景 <0.0005 cps/mm2, 无需冷却系统, 无需氮气保护。



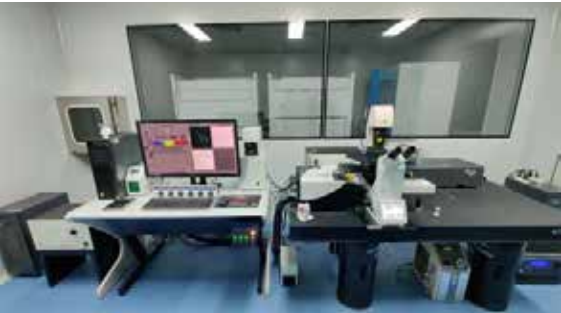
激光扫描共聚焦显微镜 (Confocal Laser Scanning Microscope)

仪器简介

功能特色及应用领域: 激光共聚焦扫描显微镜 (CLSM) 是利用光学手段从显微样品中产生切片的一种方法。样品保持完好, 切片可以多次重复。共聚焦成像的好处是通过去除非焦平面杂信号显著提高对比度。可用于组织切片、活细胞的荧光标记、三维图像重建分析研究; 对活细胞或组织切片可进行连续扫描, 获得精细的细胞骨架、染色体、细胞器和细胞膜系统的三维图像。

仪器主要特点及技术指标

Leica SP8 激光扫描共聚焦显微镜配有 405 nm 激光器、多线氦离子激光器 (458/476/488/496/514 nm)、633 nm HeNe 激光器、白激光 (470-670 nm)、双光子激光器 (680 nm-1080 nm), 可以进行全光谱的多色荧光成像、光谱扫描、大视野拼图、3D 扫描和重构。



生物质基多元共晶控温材料制备及其应用

成果简介

项目主产品利用相变原理来进行热量或冷量的储存和释放,可从-200℃至+260℃分为30多种温度的产品,具有相变能量储存高、持续性好、使用稳定性强的特点,主要用于太阳能供热系统的夜间供热、建筑温度能耗调控、冷链转运、功能服饰用品等场景,其温度段基本覆盖了航天、军工、工农业等领域对储能和热管理的需求,市场发展前景广阔,产品需求量巨大。该项目依托国家高层次科技创新领军人才团队和加拿大工程院院士团队19项国际国内专利,技术处于国际领先水平。项目计划采用“科研团队控股+技术经理人持股+社会资金跟投”等股权激励模式,通过生物质基多元共晶储能控温材料等技术的落地转化,吸引社会资金至少1000~3000万,成立科技企业或技术开发服务公司,进行规模化大生产,实现每年1000~3000万的直接经济效益,每年利税200~500万,提供就业岗位150个以上。

核心技术及指标

全球建筑能耗占能源总耗的30~40%,其中供热及制冷功耗在建筑能源消耗占比约48%,是占比最大的能源消耗部分。开发新的材料应用于建筑领域,减少建筑能耗,对社会发展具有重要意义。利用相变储能材料在相转变的过程中吸放大量的能量而自身的温度仅有小幅度波动的特性,在不借助其他能量输入的情况下,高效地将热量从热源中带走或将热量从自身释放,从而满足人们对环境舒适度的要求。该材料已在北美地区完成部分应用,但国内尚未充分展开相关研究,严重制约了我国高性能储能控温材料的发展。本项目在国外储能控温材料技术的基础上,基于我国北方地区气候特点,通过向上述材料中创造性的加入生物基纤维基材,调整其热力学参数等相关性质,大幅度提高储能控温材料在我国的适用性的同时赋予其良好的环保性能。经测算用户全年控温能耗降低7%以上,部分地区可达28%。

进一步延伸的项目产品可实现相变温度-200℃至+260℃之间的调控,分为30多种温度的相变材料,具有相变能量储存高、持续性好、使用稳定性强的特点,可实现使用寿命5年以上。主要应用于太阳能供热系统的夜间供热、5G基站及大型综合体的温度能耗调控、冷链转运、产品保险、医用药品保存、功能服饰用品及家居用品温度调控、极端气候下的环境稳定等各个领域。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

现阶段国内外使用的相变储能材料主要为无机类储能材料和有机高分子储能材料,但都存在体积大、生物亲和性差、相分离程度大的缺点。此外,目前相变储能材料相关技术主要是以国外技术为主,我国储能材料产业仅处于起步阶段,中试规模的产业化才刚刚起步,相关技术处于国际垄断和技术壁垒阶段。相变储能材料产品目前市场上主要以进口储能产品为主,且用量逐渐增大。国家对于能源调控及新型能源的利用政策已经明确表明,相变储能领域的技术突破和产品供给急需进行扩大和全面利用。国内已有几个团队如华南理工大学、北京化工大学、中国科学院青海研究所等几家单位在进行技术研发,均处于初期阶段。国内已有少量几家企业正在进行少量储能产品的制备,但均处于技术和质量的中下水平,且均处于中试生产规模。本创业项目利用生物基纤维功能高分子与相变材料协同共晶,解决了现有产品相分离和循环使用性能不稳定的难题,实现了高焓值、多循环、高稳定性的特点,已获得国际国内专利19项,具备国际先进水平和明显的产品市场竞争力。本项目相关产品将打破国际垄断,解决卡脖子技术难题,提供国家发展急需产品,为能源及相关领域产业高质量发展提供新型高质量产品。

本项目的实施将带动保温和储能材料的产品升级,符合国家环保政策,致力于可持续发展,可完全替代低端产品,引领我国储能材料产业逐步向低能耗、高性能、低成本的节能材料发展,促使行业向高效化、绿色化、智能化的方向发展,提升产业竞争力,扩大储能控温保温材料的国际市场份额,推动区域经济发展,带动相关产业的转型升级。项目实施后,5年内将实现相变储能材料的中试规模的生产,达到年生产相变储能材料6000吨以上,产品利润突破亿元,利税2000万以上,解决就业150人以上,拉动上下游经济亿元以上。

知识产权情况

已授权国际专利5项,其中美国专利1项,PCT专利1项,澳大利亚专利3项;授权国内专利9项;申请中专利3项,软著2项。

成果负责人	孔凡功	职称 / 职务	教授 / 轻工学部党委书记、国重实验室副主任	手机	15963130528
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

农林生物质组分高效分离及高值化利用关键技术

成果简介

本技术首创了TCF法生物质组分分离工艺,农林生物质原料通过一步分离同时产出高白度纤维纸浆和具有高纯度、高化学反应活性的无疏木质素。以杨木板皮为例,不经漂白直接获得的纤维纸浆白度高达80ISO%,可作为溶解浆和莱赛尔纤维(天丝)的潜在原料。获取的木质素和半纤维素降解产物用于胶黏剂生产,开发了全生物基无甲醛绿色胶黏剂的技术工艺,技术指标达到了国家标准。反应化学品可通过回收循环利用,分离过程无水化,绿色环保。

核心技术及指标

- TCF法生物质全组分高效分离技术。指标:纤维素纯度≥90%,半纤维素溶出率≥95%,木质素溶出率≥90%。未漂杨木纸浆白度高于70ISO%,纸浆得率≥40%。
- 高纯度、高化学反应活性无疏木质素提取技术。指标:木质素得率高于20%(相对于纤维原料),纯度高于90%,无机盐含量小于5%,硫化物含量小于0.1%;木质素酚羟基含量高于5mmol/g,木质素的相对分子质量低于5000g/mol。
- 全生物基无甲醛绿色胶黏剂制备技术。指标:固含量(GB≥35%):35.4%;粘度(GB≥60mPas):110mPas;pH值(GB≥7):13.76;游离醛(GB≤0.3):0;游离酚(GB≤2%):0;胶合强度(GB≥0.7MPa):干强2.98MPa,湿强0.78MPa。
- 化学品回收工艺:回收率>99.6%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

- 目前市面上的纤维素纸浆产品都需要经过一系列的次氯酸盐、二氧化氯等漂白过程才能达到白度要求,漂白过程中会产生有害物质,污染环境。市场上尚未有技术能够实现无漂白技术。本项目颠覆了传统技术所得纸浆必须经过一系列的漂白流程才能变白的工艺,减少了漂白过程,大大降低了生产成本,生产流程更加环保。
- 利用分离后的木质素制备了全生物基胶黏剂,实现了无甲醛胶黏剂的生产,可使家具、地板等产品所使用的胶黏剂实现零甲醛添加。
- 该技术具有自主知识产权,具有较高的技术门槛,本技术也可以作为盈利的产品以技术许可和技术服务的形式进行推广。

知识产权情况

- 张永超,秦梦华,傅英娟,王兆江,李宗全.分离木质纤维生物质组分的方法.专利号:ZL202010794478.1,授权日期:2022.08.09
- 张永超,胡赛,傅英娟,秦梦华.全生物基无甲醛胶粘剂及其制备方法.申请号CN202311380071.4,申请日2023.10.24.
- 张永超,徐卿瑕,傅英娟,秦梦华.一种溶解浆的生产方法.申请号CN2023115033045,申请日2023.11.13.
- 张永超,卜祺,傅英娟,秦梦华.一种无胶秸秆纤维板材及其制备方法.申请号CN202311380075.2,申请日2023.10.24.
- 张永超,刘彩云,傅英娟,秦梦华.氨基木质素的制备方法.申请号CN202310267817.4,申请日2023.03.20.

成果负责人	张永超	职称 / 职务	副教授	手机	15154185902
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	生物质转化3000吨规模,场地6000平方米,设备投资3000万				

生物质纳米复合颗粒制备高内相食品级乳液用于药物递送与食品包装

成果简介

利用生物质纳米复合颗粒，如纳米纤维素纤维、壳聚糖纤维、环糊精有机金属框等开发出功能性高内相食品级乳液，适用于 3D 打印油墨、药物递送和食品包装。该纳米复合颗粒不仅能显著提高乳液稳定性，还能通过调整复合颗粒的表面性质和结构，控制乳液系统的流变性质和物理稳定性，使乳液具有可控的流变性、高稳定性和绿色环保性，为生物基材料及环保型材料技术的发展提供了新方向。研究成果发表高水平论文 10 篇，授权发明专利 12 项。

核心技术及指标

核心技术包括使用纳米纤维素颗粒、环糊精 MOF 与界面活性剂等通过物理吸附和化学改性方法调控颗粒两亲性和乳液界面稳定性，同时通过调节复合颗粒表面性质，如疏水性、电荷、浓度等，有效地稳定油水界面，形成稳定的高内相乳液。技术指标包括乳液具有 78% 以上的内相体积分数，乳液粒径为 0.5–30 微米范围、60 天以上的抗破乳能力，乳液施胶的食品包装纸具有 300 秒施胶度（100°以上的水接触角）及抗菌抑菌性和抗水蒸气性等。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

高内相食品级乳液链接了生物材料制造与医药、食品加工等产业链，推动生物质资源的高值化利用，促进相关行业的创新。在产业上游，项目依赖于可再生的纤维素和环保界面活性剂，涉及林业、农业副产品和化工原料产业。下游应用包括食品包装和药物递送系统，能提升产品质量和市场竞争能力。商业化将促进产业链经济增长，增加就业，减少对化石燃料依赖，降低碳足迹，实现社会与经济的双重效益，符合全球环保趋势。

知识产权情况

学术论文：

- Yannan Zhang, Dehai Yu*, Rui Zhao, Zhuo Li, Baoting Dong, Feihong Hu, Shan Li, Fengshan Zhang*, Huili Wang*. A functional Pickering emulsion coating based on octadecenylsuccinic anhydride modified γ -cyclodextrin metal-organic frameworks for food preservation[J]. Food Hydrocolloids, 2024, 150: 109668.
- Zhuo Li, Dehai Yu*. Controlled ibuprofen release from Pickering emulsions stabilized by pH-responsive cellulose-based nanofibrils[J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2023, 242: 124942.
- Yannan Zhang, Dehai Yu*. High internal phase pickering emulsions stabilized by ODSA-functionalized cyclodextrin metal-organic frameworks for extrusion 3D printing application[J]. LWT, 2023, 182: 114800.
- Dehai Yu*, Qi Luo, Chuanyuan Yang, Chen Yang, Shan Li, Zhe Wang, Qiang Wang, Wenxia Liu, Huili Wang, Dandan Ji. Electrostatic complexes of ethyl lauroyl arginate/nano-montmorillonite as a food-grade pickering stabiliser: Emulsification performance and mechanism[J]. LWT, 2022, 168: 113934.
- Dehai Yu*, Qi Luo, Jing Zhang, Qiang Wang, Huili Wang, Zhaoping Song, Shan Li, Wenxia Liu, Fengshan Zhang, Dandan Ji. Pickering emulsions co-stabilised by cellulose nanofibres and nicotinamide mononucleotide[J]. Cellulose, 2022, 29(6): 8569–8585.
- Yucheng Li, Dehai Yu*, Xiangyu Wang, Qiang Wang, Zhen Zhang*, Wenxia Liu*. Lauric arginate/cellulose nanocrystal nanorods-stabilized alkenyl succinic anhydride pickering emulsion: enhancement of stabilization and paper sizing performance[J]. Cellulose, 2022, 29(6): 3253–3269.
- Zhao Rui, Dehai Yu*, Fengshan Zhang. Novel cellulose nanocrystal/metal-organic framework composites: Transforming ASA-sized cellulose paper for innovative food packaging solutions[J]. Industrial Crops and Products, 2024, 207: 117771.
- Li Zhuo, Dehai Yu*. Formulation and characterization of pH-responsive pickering emulsions stabilized by soy protein isolate/nicotinamide mononucleotide complexes for controlled drug release[J]. Industrial Crops & Products, 2023, 203: 117158.
- Yucheng Li, Rui Zhao, Feihong Hu, Peng Lu, Dandan Ji, Qi Luo, Guodong Li, Dehai Yu*, Huili Wang*, Zhaoping Song,

Shan Li, Wenxia Liu*. Laponite/lauric arginate stabilized AKD Pickering emulsions with shell-tunable hydrolytic resistance for use in sizing paper[J]. Applied Clay Science, 2021, 206: 106085.

10.Rui, Zhao, Dehai Yu, and Fengshan Zhang. "Novel cellulose nanocrystal/metal-organic framework composites: Transforming ASA-sized cellulose paper for innovative food packaging solutions." Industrial Crops and Products 207, 2024: 117771.

发明专利：

- 于得海，李茁，于朋，杨道真，王翔宇，刘温霞 . 一种高内相烯基琥珀酸酐造纸施胶剂乳液及其制备方法 . ZL202211002292.3. 授权日期：2023.06.02。
- 于得海，董宝亨，靖长水，姬丹丹 . 一种茶香味一次性纸杯纸及其制备方法 . ZL202211002284.9. 授权日期：2023.05.05。
- 于得海，罗奇，王翔宇，段正银，李国栋，王慧丽，刘小娜，宋兆萍，刘温霞一种水包油包水型 Pickering 乳液的制备及其应用 . ZL202110033784.8. 授权日期：2023.4.07。
- 于得海，张衍楠，靖长水，翟文鑫，李英豪 . 一种可用于 3D 打印的高内相 Pickering 乳液乳化稳定剂及其制备方法和应用 . ZL202211002291.9. 授权日期：2023.04.18。
- 于得海，王之勒，于朋，杨道真，姬丹丹 . 一种食品级 AKD 施胶剂乳液及其制备方法 . ZL202211007508.5. 授权日期：2023.04.25。
- 于得海，王之勒，赵锐，胡飞鸿，姬丹丹，张海光，王哲，刘温霞 . 一种 AKD/ASA 复合型造纸施胶剂及其制备方法和应用 .ZL202110034063.9. 授权日期：2022.09.23。
- 于得海，李玉呈，赵锐，胡飞鸿，段征银，王翔宇，王哲，李国栋，王慧丽，宋兆萍，刘温霞 . 一种抗水解烯基琥珀酸酐施胶剂及其制备方法和应用 .ZL202110034075.1. 授权日期：2022.09.06。
- 于得海，迟学祺，赵锐，甄文超，胡飞鸿，王哲，李国栋，王慧丽，宋兆萍，刘温霞 . 一种烷基烯酮二聚体造纸施胶剂的制备方法和产品 .ZL202110033769.3. 授权日期：2022.08.04。
- 于得海，张海光，王哲，张建，唐国汉，张宝帅，张旭，贺博，李国栋，刘温霞，王慧丽，宋兆萍 . 一种烯基琥珀酸酐施胶剂及其制备方法和应用 .ZL201910806762.3. 授权日期：2022.03.01。

授权 3 项国际发明专利：

- 于得海，靖长水，迟学祺，杨晨，刘学成，刘温霞，王慧丽，宋兆萍，李国栋，METODO DI PREPARAZIONE E LA PRODUZIONE DI DIMERO ALCHILCHETENE COME AGENTE DI FABBRICAZIONE DELLA CARTA，意大利发明专利，专利号：102021000022433，申请日 2021.8.21，授权日：2023.10.2。
- 于得海，王翔宇，程家，李紫贤，靖长水，刘温霞，王慧丽，宋兆萍，李国栋，PREPARAZIONE E APPLICAZIONE DELL'EMULSIONE PICKERING TIPO A/O/A，意大利发明专利，专利号：102021000023225，申请日 2021.9.8，授权日：2023.10.3。
- 于得海，李玉呈，甄文超，王一洋，杨道真，刘温霞，王慧丽，宋兆萍，李国栋。METODO DI PREPARAZIONE E PRODOTTO DI MATERIALE POROSO COMPOSITO ZIF-8/ACIDO POLILATTICO.意大利发明专利专利号：102021000023147 申请日 2021.09.08，授权日：2023.10.06。

成果负责人	于得海	职称 / 职务	副教授	手机	18353186173
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

酚醛树脂微纳米材料的可控构筑及其应用提质

成果简介

酚醛树脂微纳米材料因其具有原料成本低、生产工艺简单、化学稳定性突出等特点受到广泛关注。在团队前期的研究中，我们围绕酚醛树脂微纳米材料制备原料的绿色替代和多功能拓展开展了系列研究。目前，团队开发了多款以木质素、单宁酸以及糠醛等为原料的新型树脂微纳米材料，能够实现其尺寸在 100-2000nm 的可调控控。此外，团队还建立了酚醛树脂微纳米材料的表面改性以及造孔扩容技术，能够精准地制备多款具有不同形貌结构的中空树脂微纳米球。

核心技术及指标

1. 单宁酸涂覆技术：
本技术利用单宁酸疏水骨架可以通过 $\pi-\pi$ 相互作用，亲水基团可以通过氢键作用吸附在酚醛树脂球表面的基本原理，将单宁酸涂覆在酚醛树脂球上。获得的新型树脂球可以通过静电吸附和螯合作用捕获高价态的金属离子，并将其直接还原为零价态的金属纳米颗粒。此成果设计开发的新型树脂微纳米材料在废水处理、催化转化以及贵重金属回收等领域具有应用价值。
2. 原料绿色替代技术：
本成果仅通过简单的水热交联策略，成功实现以木质素、单宁酸和糠醛为原料的树脂纳米球的绿色合成，整个制备进程无苯酚和甲醛的添加。获得的纳米球具有优异的分散稳定性、可回收性、自由基清除能力、生物相容性好以及出色的环境适应性，整个过程简单温和，不需要复杂的化学反应。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

酚醛树脂微纳米球作为一种高值化的先进材料，其上游可以对接生物质精炼产业，下游则涵盖催化、纳米材料、生物医学、电子传感等领域。项目效益分析方面，酚醛树脂纳米球具有广阔的应用前景和市场需求。由于其尺寸均匀、稳定性好、可重复使用等特性，展示出多功能应用潜力，如可作为优异的催化剂载体、高效自由基引发剂、纳米增强填料、抗菌剂、抗紫外线剂等，在催化、纳米材料科学和生物医学等领域具有很大的应用潜力。本成果为提高酚醛树脂纳米复合材料品质及应用途径提供了简单的绿色策略，并拓宽了树脂微纳米材料的应用领域。

知识产权情况

1. 姜炜坤，张硕，刘玉，刘国龙，陈洪雷；利用单宁酸涂层辅助酚醛树脂微球表面原位还原形成超小尺寸和高密度纳米银粒子的方法，中国，CN11387194B.
2. 姜炜坤，刘玉，吕高金，陈洪雷；一种酚化木质素-酚醛树脂纳米球的制备方法及其应用，中国，CN112661920B.
3. 姜炜坤，吴辰，刘玉；一种全生物基组分（单宁酸-糠醛）树脂微纳米球的制备方法，中国，202310698900.7.
4. 姜炜坤，夏梦瑶，吕高金，刘玉；一种利用单宁酸包覆酚醛树脂微球与聚乙烯醇复合制备高强度多功能复合膜材料的方法，中国，202211164580.9.
5. 姜炜坤，张硕，孔岳，吴辰，刘玉；能够负载银纳米颗粒的表面具有荔枝状凹凸结构的儿茶酚-糠醛基树脂纳米球的制备方法，中国，202310777757.0.
6. 姜炜坤，夏梦瑶，董文通，吴辰，刘玉；一种具有多级孔结构的N 掺杂的超级电容器碳电极材料的制备方法，中国，202311803505.7.
7. 姜炜坤，张硕，刘玉，刘国龙，陈洪雷；METHOD FOR IN SITU SYNTHESIZING ULTRAFINE AND HIGHLY LOADED AG NPS ON THE SURFACE OF TANNIN-COATED PHENOLIC RESIN MICROSPHERES, 2024-2-15, 美国，US-2024-0051021-A1.

成果负责人	姜炜坤	职称 / 职务	副教授	手机	13606371078
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

制革废毛资源的高值化利用技术

成果简介

针对近年来制革行业保毛脱毛环保工艺推广过程中，日益显现的废毛难以处置，大量堆弃问题，团队通过微细化物理机械与化学-氧化多重解构等手段，对废毛进行无害化、资源化、高值化处理，开发了合成革用毛蛋白填料、低色度水解毛蛋白粉、毛蛋白改性 PU 树脂、毛蛋白海绵吸附材料，扭转了清洁生产工艺实施后皮革蛋白废弃物从水相向固相“二次”迁移转换的变相污染问题。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

近年来，皮革工业一些新兴制革技术的应用，如无铬鞣、浸灰铬鞣废液循环利用，高吸收染色加脂材料的使用等，有效缓解了制革所面临的环境压力，人们没有比今天更接近皮革绿色制造的概念。虽然环保技术的相续实施，极大改变了传统制革行业脏乱差的刻板印象，但是近来一些新技术应用后的问题开始浮现，特别是替代传统皮革生产中“毁毛烂毛法”的保毛脱毛工艺的迅速推广，尽管显著降低了废水中 COD、BOD 值，但这些脱下来的废毛却一时难以有用武之地，开始大量堆积，成为制革业者必须面对的棘手问题。团队利用制革废毛开发合成革用蛋白粉末填料、毛蛋白改性 PU 树脂及毛蛋白基海绵多孔吸附材料，变废为宝，实现了制革废毛的高效与高值转化，为废毛的再利用提供了新的思路与途径，配套的技术及产品具有较好的应用前景。其中，以制革废弃牛毛制备聚氨酯合成革贝斯用粉末填料，替代了传统的木质粉、碳酸钙等材料，节约了自然资源，降低了生产成本，为皮革、合成革行业创造了另一种经济效益；以制革废毛制备的水溶性角蛋白改性的聚氨酯树脂，成膜光亮平整，表面亲水性强，透水汽性能佳，自然条件下更易降解，可作为高档卫生性生态皮革 / 合成革或者其它功能性复合片材的面层 PU 材料；以制革废毛制备的水溶性蛋白粉为主要原料进而构建的蛋白海绵，有良好的生物降解性、较大的比表面积以及较多的表面活性基团，对染料等水体污染物质具有较高的选择吸附性，且能重复使用，可用于高色度、高 COD 染色废水的专项治理。不仅缓解了日益加剧的废毛污染问题，还为制革等行业的废水处理提供了一类新型吸附材料，实现了废弃物的循环利用和以废治废的目的。

知识产权情况

1. 刘洁，张斐斐，李彦春，等．一种牛毛角蛋白改性油性聚氨酯膜的制备方法．中国专利，授权公告号，CN 108409935B
2. 刘洁，张斐斐，李彦春，等．一种用于制革染色废液的牛毛蛋白海绵吸附材料的制备方法．中国专利，授权公告号，CN 108404875B
3. 刘洁，张斐斐，李彦春，等．一种磁性纳米牛毛角蛋白海绵的制备方法．中国专利，授权公告号，CN 108404200B
4. 刘洁，张斐斐，李雪松，等．一种牛毛粉末填料改性油性聚氨酯湿法贝斯的制备方法．中国专利，授权公告号，CN 108468228B
5. 刘洁，张斐斐，徐旭东，等．一种牛毛粉末填料改性水性干法聚氨酯贝斯的制备方法．中国专利，授权公告号，CN 108360269B
- 6.Liu Jie, Zhang Feifei, Qiao Pengfei, et al. Keratin-modified waterborne polyurethane: an alternative circular economy technology for adding value to cattle hair waste from leather tanneries. J Coat Technol Res (2024). https://doi.org/10.1007/s11998-024-00933-4
7. Liu Jie, Zhang Feifei, An Zhendi, et al. Novel bio-based filler: hyperbranched polymer modified leather buffing dust and its influence on the porous structure and mechanical properties of polyurethane film[J]. RSC Advances, 2021, 11(44): 27183-27192.

成果负责人	刘洁	职称 / 职务	副教授	手机	13573757031
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

耐高温、多功能型硝化抑制剂

成果简介

针对农用氮肥存在的淋溶、硝化损失等问题，开发具有耐高温、多功能型的适用于肥料的硝化抑制剂。本技术成果稳定性好，在农产品中残留少，毒害小，对环境污染小，能够有效减少氮肥的淋溶和反硝化作用损失、抑制氮肥中铵态氮向硝态氮的转化、提高氮利用率，同时具有解磷、防止磷被土壤固定等作用；本技术成果还具有耐高温特性，兼容高塔熔融造粒生产工艺，解决了目前传统硝化抑制剂不耐高温且不能用于高塔造粒的难题。本技术成果制备方法简单、高效、无污染、成本低，且在工业化生产中无需额外注入惰性保护气体，提高了生产安全。

核心技术及指标

1. 该技术中的关键复合引发剂，能在生产过程中释放出大量保护性气体，以达到排出空气，实现无氧反应环境的作用。
2. 该技术成果是在聚有机酸分子链上引入吡唑衍生物和 / 或硅氧耐高温基团形成的一种水溶性的绿色聚合物型产品。
3. 该技术成果在 220 ° C 不分解，突破了当前硝化抑制剂不兼容高塔熔融造粒（≥ 160 ° C）生产工艺的局限性。
4. 该技术成果可以以低用量（0.4762L/m³）实现解磷、防止磷被土壤固定、增加土壤透气性等多种功效。
5. 本技术成果可以以低用量（肥料用量的 0.5wt%）实现抑制氮肥中铵态氮向硝态氮的转化、减少氮肥的淋溶和反硝化损失，提高氮肥利用率。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该技术成果成本价为 ~6 元 /Kg，低于双氰胺 (~112 元 /Kg)、3,4- 二甲基吡唑磷酸盐 (~68 元 /Kg)、2- 氯 -6(三氯甲基) 吡啶 (~2300 元 / Kg) 的市场价格。按每年开工 100 天、每个反应釜 6.5 m³，共 2 个反应釜计算，每年可产 1300 吨硝化抑制剂，按可获得毛利 50% 计算，可获得 366.03 万利润。按每吨复合肥添加 6.5kg 硝化抑制剂计算，可生产 20 万吨复合肥，按每吨增加 100 元纯利润计算，可获 2000 万利润 / 年；即可获得的总纯利润为 2366.03 万元，具有较为可观的经济效益。

知识产权情况

已发表论文有：

- 1.Hui Gao, Jinrong Li, Feng Xu. Synthesis of a novel polymer nitrification inhibitor with acryliic acid and 3,4-dimethylpyrazole, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2021, 69, 3307-3311.（一区 TOP SCI, 影响因子：5.279）
- 2.Hui Gao*, Yating Wang, Wei Huang, Feng Xu. A novel high temperature resistant and multifunctional nitrification inhibitor: synthesis, characterization, and application, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2022, 70: 13832-13838.（一区 TOP SCI, 影响因子：6.1）
- 3.Hui Gao, Jinrong Li, Fangong Kong, Zhaojiang Wang, Feng Xu. Interpenetrating shape memory polyimide-polyaniline composites with electrical conductivity, Polymer Composites, 2023, 44: 4134-4141.（二区 SCI, 影响因子：5.2）
- 4.Yu Liu, Hui Gao*, Shanshan Liu, Jinrong Li, Fangong Kong. Synthesizing a water-soluble polymeric nitrification inhibitor with novel soil-loosening ability, Polymers, 2024, 16: 107.（二区 SCI, 影响因子：5.0）

已授权及申请的国家发明专利有：

1. 高会，一种绿色硝化抑制剂及其制备方法与应用，中国发明专利，ZL202010843612.2.
2. 高会，一种耐高温硝化抑制剂及其制备方法与应用，中国发明专利，ZL202010844749.X.
3. 高会，王岩，段新君，王娅文，一种可用于高塔造粒制备多功能复合肥的耐高温松土氮磷增效剂及其制备方法与应用，中国发明专利，ZL202210892899.7.
4. 高会，刘雨，刘姗姗，王强，一种具有保水保肥功效的木质素基水凝胶及其制备方法与应用，中国发明专利，202311455298.0.

成果负责人	高会	职称 / 职务	讲师	手机	18846044968
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

氢燃料电池气体扩散层碳纤维纸基复合材料

成果简介

高性能碳纤维纸的关键技术主要被日本、美国、加拿大、德国等国家掌握，因此，研究开发具有自主知识产权的碳纤维纸材料具有十分重要的战略意义和现实意义。本项目主要从碳纤维的改性、分散和成纸三个方面研究。着力于解决国内燃料电池用碳纤维纸在透气性、均匀性、强度性能等关键技术方面存在的问题。通过研究碳纤维改性处理，研发高效纤维分散体系，开发碳纤维成纸关键技术等方面，研究出具有均匀的多孔质结构，透气性能好，电阻率低，电子传导能力强，化学稳定性和热稳定性；制造成本低，性能 / 价格比高的燃料电池用碳纤维纸基材料。

核心技术及指标

1. 碳纤维改性技术处理，从纤维层次对纤维表面改性，实现单根碳纤维的游离和分散，同时增强纤维的韧性和强度。
2. 多元复合的碳纤维分散体系，通过对分散体系研究，可以改善成纸匀度和强度。
3. 研发的碳纤维纸具有结构均匀，良好的机械强度，适当的刚性与柔性；良好的化学稳定性和热稳定性；且制造成本低，性能 / 价格比高等特点。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

PEMFC 用碳纤维纸是高新技术产品，必将产生良好的经济效益。PEMFC 多孔扩散电极材料国产化将打破发达国家对我国燃料电池关键材料的封锁，为我国燃料电池的发展起到重要的促进作用；也将搭建起高性能碳纤维在造纸上应用与产业化的技术平台，为开发和扩大我国国防与民用高新技术领域的各类碳纤维纸的应用领域奠定技术基础。

该项目可以取得巨大的经济效益，解决了高新技术卡脖子的社会问题。该产品具有良好的经济效益、社会效益和环境效益。

知识产权情况

论文：

- 1.Preparation and Characterization of Dopamine-Modified Carbon Fiber Paper Composites for Gas Diffusion Layers
2. 碳纤维纸的研究现状及其发展趋势
3. 碳纤维的改性及其纸基功能材料性能的研究
4. 浅谈碳纤维纸在燃料电池的应用及其制备工艺

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

可破碎湿强纸

成果简介

我国木材原料短缺，二次纤维的利用对我国造纸业的发展意义重大。但是，湿强纸表面的网状结构难以破除，使湿强纸的再利用比较困难。因此，我们团队研究开发了可破碎的湿强纸。该成果使用乙二醛为原料交联聚丙烯酰胺制成的暂时性湿强剂，取代 PAE 添加到纸中。经过多次小试和中试，优化了暂时性湿强剂应用工艺，应用条件。制备的可破碎湿强纸暂时性湿强效果明显，损纸回用方便。节约纤维资源，也节省了动力消耗。

核心技术及指标

1. 可碎解湿强纸在水中浸泡后，湿强度明显降低，从而大大缩短了损纸回用时的碎解时间，并节约了能源。可碎解湿强纸废弃后，由于湿强度降低，可避免下水道堵塞。
2. 可碎解湿强纸中不含有机氯，克服了聚酰胺－环氧氯丙烷树脂湿强剂有机氯含量高的缺点。
3. 可碎解湿强纸熟化时间短，纸产品下纸机熟化程度就可达 60% ～ 95%，而聚酰胺－环氧氯丙烷树脂生产的成纸下纸机熟化度仅为 10% ～ 30%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

生活用纸主要指人们在日常生活中为了清洁而使用的各类纸品，根据行业品牌销售，分为五大类：软抽，有芯卷纸，无芯卷纸，手帕纸和湿纸巾。近年中国卫生纸的所占比例在逐步下降但仍高于发达国家。主要是擦拭纸类产品特备是厨房用纸消费量仍远远低于发达国家水平，说明对于其他品类的高端生活用纸需求潜力尚未得到释放。该项目符合国家十三五新兴战略发展计划，以新技术、新工艺、新材料生产的高、中档衬垫材料可打破国际垄断，解决卡脖子问题。

知识产权情况

论文：

1. 对 PAE 湿强废纸碎解工艺及设备的探讨
2. PAE 改性物在造纸中的应用
3. 加湿强剂提高过滤纸板强度性能
4. PAE 的低成本改性及其在二元增强系统中的应用
5. 低成本改性 PAE 的合成与应用
6. 暂时性湿强剂乙二醇聚酰胺树脂的合成与应用
7. 乙二醇聚酰胺湿强树脂在造纸中的应用研究

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

装饰纸专用水性油墨及其智能化配色系统的研发与产业化

成果简介

与临沂华特装饰材料有限公司开发基于凹版印刷装饰纸的专用水性油墨，并研发智能化专色油墨配色系统。本项目完成两项关键技术，一是开发环保型水性油墨，适于装饰纸凹版印刷和后续浸胶加工等要求；二是开发智能化专色配色系统，提高配色精度和配色效率。针对开发的水性油墨建立光谱数据库，不断丰富不同基材印刷专色的颜色数据，提高色度数据库的精确度。

核心技术及指标

技术指标和参数：

环保型水性油墨：粘度：8-10s（涂 4#），细度：≤ 10um，着色力：100±5%，pH 值：8.0-9.2，固含量：35%-42%，抗水性：干燥后 24h

吸水率不高于 20%。

专色油墨配色系统：色彩平均均方根误差≤ 0.01，平均≥ GFC 0.99, 平均色差ΔE ≤ 2; 平均废品率≤ 5%; 开发的流程独立于设备，具有开放性，可二次开发。不需要油墨桶、年减少固废 2 吨。平均总墨量节省约 14%，印刷喷粉量节省约 30%，缩短了调机时间 0.5 小时 / 次。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

山东省是印刷包装行业大省，产业链布局完整，印刷包装企业超过 8000 家，年产值超过 1700 亿元，是我国装饰原纸印刷加工生产装饰纸的主要基地。当前，印刷包装企业的创新能力不强，经营内容趋同，产业升级依靠外来技术引进，难以形成多元化发展。本项目以装饰纸印刷加工为切入点，针对制约产品质量的关键技术问题，提出有效的解决方案，对于提高装饰纸印刷产品品质、提升生产的智能化水平是十分必要的。同时，装饰纸印刷加工关键材料和技术的升级，有利于企业在全省印刷行业形成示范带头作用，对于促进行业的健康持续发展具有重要的意义。

知识产权情况

通过本项目的研发，申报国家发明专利 2 项，授权软件著作权 2 项。

成果负责人	褚夫强	职称 / 职务	教授 / 院长	手机	13505401028
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

水果保鲜纸基材料

成果简介

该成果主要是以纸基材料为基础材料，将抗菌剂、防腐剂和一些填充物混合均匀后通过表面加工的方法制得水果保鲜纸，使其不但具有抗菌防腐的功能，而且还能调整包装材料的气孔孔径，从而达到双重保鲜的效果。添加颜料类食品级杀菌抑菌剂，可以应对不同种类的水果所携带或容易沾染的微生物，从而达到更好的杀菌抑菌的效果。针对不同水果所需要的透气率透水率，可以涂覆不同颜料调节孔径和孔隙率，使纸张具有针对性的透气透水，延长不同种类的水果的储存时间和货架时间。涂覆多孔材料、气体反应 / 抑制剂，可以吸附包装内存在的乙烯等催熟气体。

核心技术及指标

1. 纸基类材料在进行不同的处理后不仅可以达到各类物理保鲜的效果，例如控制包装内的气体平衡，阻隔微生物等，而且环保易降解，是理想的保鲜材料。
2. 涂料中添加颜料类食品级杀菌抑菌剂，安全可靠。
3. 通过“筑基辅石”涂层体系，涂覆不同粒径的颜料，调节孔径和孔隙率，达到不同水果所需要的透气率透水率。
4. 涂料中负氧离子的作用则是进入果蔬细胞内，中和正电荷，分解内源乙烯浓度，降低呼吸强度，从而减缓了营养物质在贮藏期间的转化。保鲜期能够达到普通保鲜膜的 7 倍。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目研制的水果保鲜纸基材料通过抗菌，吸附乙烯和负氧降低呼吸强度等技术手段来进行水果保鲜，可应用于大部分水果保鲜，而市面上生产的水果保鲜纸大多都是具有针对性的水果保鲜。技术方案简单，无需生产纸厂再进行设备改造。而且所使用的材料均为食品级，安全可靠，成本较低。据不完全统计，由于我国在果蔬采后的保鲜、包装等处理方法的不当，损失率高达 25%。该项目能够减少食物浪费，所使用的纸基材料易降解，对保护自然资源和生态环境起到了重要作用。

知识产权情况

论文：水果保鲜纸基材料的结构与性能研究

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

可加速“碳中和”的超细纤维开发及产业化

成果简介

本成果首先研发具有优良可纺性能、温和溶解性能、便于规模化生产的共聚物（新型海组分）以替代目前常规定岛型海岛纤维所采用的碱性聚酯（COPE_T），继而确定海组分的循环再生工艺，包括再生海组分的品质控制和开纤剂的重复利用。并进一步研究该海岛纤维与低碳、生物可降解水性聚氨酯（PUD）的复合技术，制备水性超细纤维合成革，实现超细纤维合成革的绿色生产和生物可降解性，最终降低超纤产品全生命周期的碳排放。

核心技术及指标

研究开发的超细纤维的主要技术及指标如下：

1. 利用新型海组分生产的海岛纤维的减量温度控制在 60℃左右，海组分的回收利用达到 90%。使海组分的能耗较传统减量工艺（苯减量和碱减量）降低 30% 左右。
2. 利用新型海组分生产的超细纤维的纤度、断裂强度和断裂伸长率满足以下要求：单丝纤度控制在 0.05~4.4dtex；断裂强度≥ 2.5cN/dtex；断裂伸长率≥ 25%。
3. 超细纤维与水性聚氨酯复合后制备的超纤革厚度控制在 d=1.40±0.10mm；撕裂强度控制在 Ts ≥ 50N/mm²。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

我国每年有数千万吨的聚酯生产能力，聚酯生产成本仅为尼龙的 60% 左右且产量和质量都处于快速发展过程中。以目前国内海岛纤维生产工艺来看，聚酯型超纤只能通过苯减量工艺制备，但是该减量工艺存在设备投资成本高、环境污染大、产品 VCO 残存高等问题，这限制了聚酯在超纤产品中的应用。本项目中引进的新型海组分可与聚酯共混生产超细纤维，且在减量过程实现了低温、绿色溶剂减量和海组分的绿色回收。因此，本项目可实现在海岛法制备超细纤维领域用聚酯替代尼龙，具有巨大的经济效益和社会效益。

知识产权情况

发明专利：一种水性聚氨酯－腐植酸交联生物质多孔材料的制备方法及其在亚甲基蓝吸附中的应用，CN202311081699.4

成果负责人	张海涛	职称 / 职务	副教授	手机	13365316033
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

高效除甲醛空气净化纸基材料

成果简介

负氧离子是空气中带负电荷的离子总称，负离子能够中和正离子，还原来自大气的污染物质、氮氧化物、甲醛、以及香烟等产生的活性氧 (氧自由基)，从而达到去除甲醛的效果。本项目以研究制备可释放负氧离子的功能材料为基础，并与纸基材料相结合，制备出集吸附、分解、净化三效合一的高性能除甲醛负氧离子纸基材料。该材料具有除甲醛效率高、净化空气效果好，安全环保无污染的特点。经实验研究该功能材料除甲醛率 90% 以上，净化空气除尘埃物 95% 以上。

核心技术及指标

以纯天然电气石材料为基础，经改性激发后，制备高效释放负氧离子功能材料，具有净化空气，去除有害气体的功能。该材料释放负氧离子还原空气中的正电荷物质，将甲醛分解成水和二氧化碳，区别于传统吸附法除甲醛，具有除甲醛效率高的特点。以纸基材料为载体，实现了负氧离子功能材料的广泛应用，且与纸基材料相结合研发出多领域多用途材料。具有安全环保无污染的特性。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

甲醛超标，室内空气污染，有害气体残留是人们在新房装修、家具购买时的巨大困扰。目前室内除甲醛产业发达，各种除甲醛产品层出不穷，但是甲醛释放是个长效缓慢的过程，目前各种手段还未能从根本上解决除甲醛的问题。本项目主要应用前景是针对城市环境甲醛，室内空气污染等问题研究的高效除甲醛，净化空气的项目。具有安全环保长效的特性。以纸基材料为媒介，与负氧离子结合，可实现负氧离子的长效释放，从而达到恒久除甲醛的目的。开创新型除甲醛材料新产品，实现技术突破，对室内环境净化和保护人们生活健康具有深远意义。

知识产权情况

论文：胺基化纤维素纤维纸的制备及除甲醛性能的研究

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

木质素基生物材料

成果简介

木质素是制浆造纸工业的副产物，是一种天然的可再生高分子物质，具有加工为生物基材料和可降解材料的潜力。突破木质素的热塑技术和木质素多元醇化技术，可以制备热塑性木质素，同时合成用于聚氨酯材料的芳族聚醚型多元醇。热塑性木质素可用于可降解塑料；木质素多元醇则应用于聚氨酯泡沫、弹性体和涂料等领域。

核心技术及指标

1. 热塑性木质素技术，玻璃转化温度可控，控制范围 40~130℃。热塑加工范围 120~170℃，可用于压塑、注射成型、吹膜。可与 PBAT、聚乳酸等树脂混合加工，生产生物基改性树脂。
2. 木质素多元醇技术，包括木质素化学改性技术和后续聚氨酯材料加工技术。改性后的多元醇能够溶解于丙酮、乙酸乙酯等溶剂，扩展木质素作为合成原料的均相反应。木质素多元醇用于聚氨酯泡沫、涂料、弹性体的生产制造。多元醇羟值 150~600 mgKOH/g，酸值：≤ 2 mgKOH/g。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

产业上下游：木质素生物材料源于制浆造纸副产物木质素，可用于生产生物基塑料、可降解塑料、碳中和高分子，尤其在生物基改性聚氨酯、生物基改性酚醛树脂、生物基改性环氧树脂方面用途广泛。

项目效益分析：工业木质素的市场价格每吨 4000-8000 元，经过化学改性、热塑处理，制备的木质素生物材料市场价值每吨 12000-22000 元，经济效益显著。此外，木质素生物材料具有可再生和碳中和的优势。

知识产权情况

- 田国钰、周浩、王兆江，利用生物质制备涂料的方法、涂料、胶料，ZL202010981853.3
- 王兆江，梁俊，傅英娟，利用木质素制备多元醇和制备生物基高分子材料的方法，2023106708319

成果负责人	王兆江	职称 / 职务	教授	手机	13805407303
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	本技术可进行技术转让和技术入股，亦可和相关企业合作，共同进行深度开发。				

玻璃间隔纸基材料

成果简介

针对液晶玻璃基板、盖板、光伏玻璃间隔材料主要依赖国外进口的问题，我们团队在小试、中试的基础上研发成功了该项技术。打破了国外的垄断，填补了国内空白。玻璃间隔纸基材料项目包含了防静电专用配方技术，纳米纤维素及纳米纤维素分散技术、浆料的精细处理技术，烘缸急速干燥技术、微量涂布技术，实现了纸基材料高透气度、微观平滑性与宏观“泡泡纱”的结构，较好的改善了成纸挺度、强度和表面强度。

核心技术及指标

成果产品无静电，高透气度，高挺度，高强度，无硬杂质，宏观上平整，微观上成“泡泡纱”结构，无尘无屑，弱酸，无胶质。1. 利用细菌纤维素及细菌纤维素氧化技术、与纳米纤维素和纸浆有机配伍。2. 适当地控制浆料的精细处理，控制了成纸的滤水性及滤水速度，在较高水分的前提下，通过表面镀铬大烘缸急速干燥，可实现高透气度、微观平滑性与宏观“泡泡纱”的结构，并能较好的改善了成纸强度，形成小孔径、高孔隙率的纸页结构，实现高透气性与高强度的有机配合。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

随着我国对高端玻璃隔层纸需求的不断增长，投资建设高端玻璃产业必将带来新材料隔层纸产业的快速发展，而且该产业新材料隔层纸大量依赖进口，投产后部分产品将降低产业成本，彻底打破国外垄断，市场前景十分可观。不仅具有投资回收期短，风险程度低、经济效益显著的优点，同时具有显著的社会效益。预测项目计算期平均税后利润为 11143 万元，销售利润率为 47.84%，表明项目有较高的盈利水平；税前内部收益率为 29.13%，税后内部收益率为 25.02%；税后静态投资回收期为 3.11 年，税后动态投资回收期为 4.13 年。因此该项目有较好的经济效益，能为企业增加丰厚的利润。

知识产权情况

- 一种“泡泡纱”结构的液晶玻璃其板间隔纸的制备方法 (ZL 2019 1 0831669.8)
- 一种高端光伏鼓璃专用高性能间隔纸的制备方法 （ZL 2019 10832002.X)

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

多用途计算机配色软件系统

成果简介

系统主要解决印刷油墨、涂料等色料的计算机软件高精度配色的问题。软件系统的核心技术采用目前全新的配色数学模型，是自主研发的颜色减法空间分布模型理论为基础，通过打样实验后利用精确的数学分析建立起来。本项目的开发目标为具有配色快速、准确、多用途和便于二次开发的配色软件系统，可用于油墨、油漆等色料的自动配色等领域。

核心技术及指标

本配色系统能够控制样品和色差 (ΔE) ≤ 4 ，同色异谱指数 (MI) ≤ 3 ，曲线吻合指数 (CFI) ≤ 6 ，该软件系统同时具有成本核算、余墨应用和修改指数功能。在技术方面突出的创新点是配色系统考虑到基料的白度、粗糙度等光学性能对产品呈色的影响，并且客户可以二次开发软件系统以适应新型颜料和基料。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本系统适用于印刷、包装、油墨、涂料等相关行业，是行业亟需的产品，具有巨大的市场潜力。与国外同类产品相比，具有性价比高的优势，易于推广，具有明显的社会 and 经济效益。

知识产权情况

基于国家发明专利：一种数字图像输出时超色域的判断方法 ZL201210394340.8

成果负责人	林茂海	职称 / 职务	教授	手机	13706400606
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

植物纤维纸基地膜材料

成果简介

农业生产中大量应用地膜覆盖技术，但是传统的塑料地膜于其高分子的特性，无法被微生物降解，长久的堆积将会形成白色垃圾，严重污染土壤。本项目从地膜的制备工艺，透气性能，抗水性能，透光性能，保温保湿性能和降解性能进行研究。制备出满足农业生产要求，同时可在土壤中完全降解的纸基地膜材料。此地膜在解决传统塑料地膜带来的环境污染问题的同时，可以降解成为植物生长所需要的养料，改善土壤肥性，提高作物产量。对农业经济的发展和进步起到推波助澜的作用。

核心技术及指标

- 本项目以植物纤维为主要原料，以造纸工艺为技术支撑，通过将内添加和纸张表面涂布，制备出可完全降解的纸基地膜材料。
- 研发具有抗水，气密，抗老化的可降解涂料，将该涂料涂布纸基材料表面可实现纸基材料的保温保湿和耐老化性能。
- 纸基地膜材料在土壤中可以完全降解，对土壤无任何污染，且纸基材料降解后可为农作物提供养料。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

我国是农业大国，耕地面积 20.5 亿亩，地膜覆盖面积达到 1/9。农用地膜使用量居世界首位，且呈不断增长趋势。根据计算，在未来几年，塑料地膜完全禁用的情况下，我国地膜纸的市场应用量可达 700 万吨 -900 万吨。我们的纸地膜以废纸和生物机械浆为原料，相对其他可降解地

膜制作成本较为低廉，本色地膜纸成本为 4400 元。虽然价格比塑料地膜高，但是却明显低于其他各种降解地膜。且纸地膜在使用完成后，在土壤中完全降解并部分转化成可被植物吸收的养料，从而可以减少肥料的使用量。

知识产权情况

论文：

1. 高透光率纤维素基地膜的研究
2. 可降解植物纤维农用地膜纸的制备与性能
3. 可降解棉秆纤维地膜纸的制备与研究

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

电池隔膜纸基材料

成果简介

锂离子电池不仅是目前便携式电子产品的电源而且被认为是最有潜力的电动或混合动力汽车的电源。电池隔膜是指在电池正极和负极之间一层隔膜材料，是电池中非常关键的部分，对电池安全性和成本有直接影响，其主要作用是：隔离正、负极并使电池内的电子不能自由穿过，让电解液中的离子在正负极之间自由通过。目前锂电池的隔膜材料多为石油基的聚合物，热稳定性和环保性较差。因此高性能、低成本、绿色环保的锂电池隔膜的开发是锂电池隔膜发展的重要方向。

核心技术及指标

本产品采用热稳定性较高的植物纤维，复配纳米纤维素，辅以纳米硫酸钡复合材料，利用物理预处理切断、化学改性、纤维分散、斜网成型以及热风穿透干燥等关键技术，从根本上使锂电池隔膜具有耐高温、高孔隙率、高浸润性、高吸液保液能力等特性，打破国外在高端锂电池隔膜纸领域的技术壁垒。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前围绕新能源电池为主体的上下企业，已经形成千亿资本的市场产业链。上游产业涉及到石油、化工、冶金、轻工、新材料等上百产业领域；下游应用涉及航天、汽车、能源、环境等各个方面。本项目是生产新能源电池的关键材料，自身效益已近百亿，而以此辐射的上下游产业链可达千亿级别。实现了生产区块链共同发展的产业模式。我们预计 2025 年合计锂电池需求量将达到 1915GWh，全球隔膜需求将达到 300 亿平，是 2021 年体量的超 3 倍，对应 21-25 年年均复合增速 37%。项目实施将为当地政府带来税收和其他财政收入的增加。直接提供大约 40 个工作岗位，引进硕士及以上人才≥ 3 个。

知识产权情况

论文：

1. 细菌纤维素 / 科琴黑复合隔膜制备及对锂硫电池穿梭效应抑制的研究
2. 高性能生物质纤维基锂电池隔膜研究进展
3. 聚酰亚胺纤维 / 溶解浆混合制备锂电池隔膜的研究
4. 纤维素 /PET 电池隔膜纸的研究

5.Enhanced electrolyte retention capability of separator for lithium-ion battery constructed by decorating ZIF-67 on bacterial cellulose nanofiber.

6.Preparation of Bacterial Cellulose/Ketjen Black-TiO2 Composite Separator and Its Application in Lithium-Sulfur Batteries

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

纸基空气过滤材料

成果简介

目前以植物纤维为原料制备的过滤材料因其纤维属于微米级纤维，导致材料的孔径较大，对特别细微的颗粒物过滤效率较差。我们团队在小试、中试的基础上研发制备了纸基空气过滤材料。该成果主要是以水刺非织造无纺布，天丝纤维和阔叶木纤维覆合为基础材料，探究了制备工艺对材料过滤性能的影响，并通过负载纤维素纳米纤维、内部发泡和添加驻极体的方法制备了具有多层结构的复合纸基空气过滤材料。

核心技术及指标

1. 以植物纤维为主要原材料制备的纸基空气过滤材料易降解，符合当下环保理念。
2. 通过表面涂布与内部发泡的方式调整材料孔隙结构，对提升过滤效率的同时降低阻力压降的矛盾问题进行了优化。
3. 通过添加驻极体与电晕充电结合的方法，解决了植物纤维不可驻极的问题，在不增加阻力压降的情况下提升了过滤效率。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该项目可以取得巨大的经济效益，解决了熔喷布短缺的社会问题，并且纸基材料是环境友好的材料。该产品具有良好的经济效益、社会效益和环境效益。按照中试计算成本考虑新上项目 12 万吨 / 年，售价 3 万元 / 吨计算，年产值 36 亿元，按照成本 9000 元 / 吨计算，则每年可创造经济效益 25 亿元。

知识产权情况

1. 一种纳米纤维覆膜纸基过滤材料及其制备方法 (ZL 2020 1 0567931.5)
2. 一种替代口罩熔喷布的纸基过滤材料原纸及其制备方法 (ZL 2020 1 0566526.1)
3. 一种纳米纤维覆膜纸基过滤材料双层口罩 (ZL 2020 1 0567898.6)
4. 一种负离子静电除尘纸及其制备方法 (ZL 2020 1 0566523.8)
5. 一种负离子静电除尘纸原纸及其制备方法 (ZL 2020 1 0566513.4)
6. 一种使用纳米纤维覆膜纸基过滤材料为中间过滤层的一次性口罩 (ZL 2020 1 0566500.7)

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

超级电容器隔膜纸基材料

成果简介

超级电容器主要由电极、电解液和隔膜三部分组成，隔膜在超级电容器性能方面起着重要作用，其作用是阻隔电子及导通离子，防止 2 个相邻的电极发生短路，同时具有良好的离子传输能力和较小的电阻。良好的隔膜应具有良好的化学稳定性，高抗拉强度以满足组装要求，高孔隙率和均匀的孔径分布以避免局部过热，良好的电解质润湿性和高电解质吸收率以提高离子电导率。

核心技术及指标

本项基于植物纤维的原纤结构和易原纤化的特点，对植物纤维进行原纤化处理，结合湿法成形工艺制备超级电容器隔膜。并通过微量涂布技术使得该材料厚度更薄、孔隙率更高、孔径更小且分布更均匀。打破了美、日在超级电容器隔膜行业的垄断局面，对国家在新能源行业弯道超车提供了技术支持。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

我国为超级电容器生产和消费大国，在市场需求拉动下，我国超级电容器行业发展空间不断扩大。2022 年我国超级电容器市场规模达 184.9 亿元，同比增长 12.6%。超级电容器行业景气度不断提升，为我国超级电容器隔膜带来广阔市场前景。项目实施将为当地政府带来税收和其他财政收入的增加。直接提供大约 60 个工作岗位，引进硕士及以上人才≥ 3 个。其产品衍生的市场应用能够汇聚“千亿级”的产业化集群，形成新的经济增长点，拉动上下游产业发展，实现新旧动能转换。

知识产权情况

- 1.Pyrolysis Enzymolysis-Treated Pomelo Peel: Porous Carbon Materials with Fe-Nx Sites for High-Performance Supercapacitor and Efficient Oxygen Reduction Applications
- 2.SiC and N, S-doped carbon nanosheets and lignin-enhanced organohydrogel for low-temperature tolerant solid-state supercapacitors

成果负责人	赵传山	职称 / 职务	教授	手机	13606400139
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

图像智能识别及机械分拣技术开发

成果简介

在环保科技的发展中，图像智能识别及机械分拣技术的结合展现了巨大的潜力。本项目围绕这两项技术进行了深入研究与应用，以提升垃圾分类的效率和精度。图像智能识别技术通过采用最新的深度学习模型，如 Yolo 和 Transformer 算法，成功地实现了对各类垃圾物品的高精度识别。同时，机械分拣技术的开发，完善了垃圾的自动化处理流程。这两项技术的结合为环境保护与资源回收领域带来了创新解决方案，显示了科技进步如何助力实现更加可持续的未来。

核心技术及指标

1. 图像智能识别技术
- 首先，根据现有研究基础，建立垃圾分类表。该主要依据后处理工艺以及分拣流程将垃圾进行多层次分类。其次，探寻合适智能算法应用于图像识别技术，目前常用算法有 Yolo 算法和 Transformer 算法等深度学习算法。最后，收集足够图片建立智能识别算法。其识别率不低于 90%。
2. 继续分拣技术
- 首先，根据已有研究基础设计垃圾分拣总流程，该流程重点保证安全性、回收再利用率及垃圾可压缩率等性能指标为主要评价指标。其次，根据分拣总流程建立各子流程具体方案。最后，完成整体产品各部分的机械及电气方案。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

图像智能识别及机械分拣技术涉及的上游产业包括图像采集设备制造商、传感器供应商和算法研发公司，提供必要的硬件和软件支持。下游用户则是城市固废管理局、回收处理中心和环保组织，这些单位利用该技术提高垃圾分类的自动化和效率。

项目的经济效益体现在成本节约、增加回收物品的收益和良好的投资回报上。社会效益方面，该技术有助于环境保护，减少环境污染，并提升公众对垃圾分类重要性的认识。技术效益包括技术领先和数据积累，有助于提升企业竞争力和系统性能优化。总体而言，这项技术在经济、社会和技术层面均展示了深远的影响力，是推动可持续发展的关键技术之一。

知识产权情况

成果负责人	王庆	职称 / 职务	副教授	手机	15953183569
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				



第三部分
机械工程学部

Part 3
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING



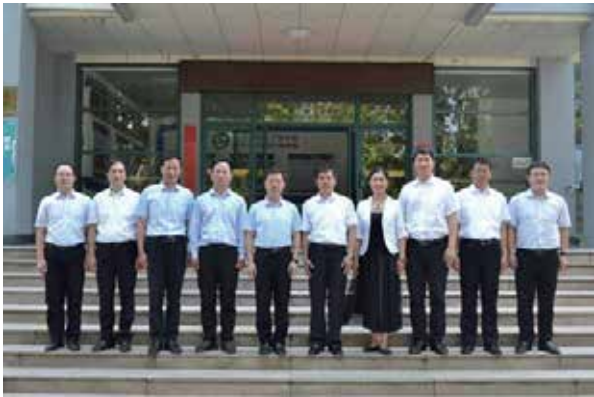
机械工程学部

学部简介

机械工程学部成立于 2021 年 10 月，由齐鲁工业大学 (山东省科学院) 机械工程学院和山东省机械设计研究院融合而成。



机械工程学部全体教职工



机械工程学部领导班子成员

机械工程学院是学校办学时间最早、办学规模较大的学院之一。学院办学历史可以追溯到 1948 年的胶东工业学校，其成立之初就开设了机械工程班和热处理学习班。学院现有学生 2567 人在校本科学士 2234 人，在校研究生 333 人。设有机械设计制造及其自动化、材料成型及控制工程、工业设计、机器人工程、智能制造工程 5 个普通本科专业，1 个中德合作本科专业——机械设计制造及其自动化，1 个校企合作办学专业——机器人工程（系统集成方向）。设有机械工程一级学科硕士点和材料加工工程二级学科硕士点，并拥有机械类别专业硕士授权点。近年来，在“软科中国最好学科排名”中，机械工程学学科位居全国前 1/3 左右。机械电子工程学科为省级重点学科，牵头建设的工程学学科被评为山东省一流学科，机械设计制造及其自动化专业获国家级一流本科专业建设点，是学校首个通过工程教育认证的专业。材料成型及控制工程专业和工业设计专业获评省级一流专业。建有新松智能制造现代产业学院，为首批建设的省级现代产业学院。山东省机械设计研究院成立于 1959 年，是全省机械装备制造业综合性一类科研院所，为齐鲁工业大学（山东省科学院）管理的独立法人公益性二类事业单位，在科研开发、行业服务工程咨询设计、标准质量和人才培养等方面为全省装备制造业提供科技支撑。在高档数控机床、检测检验、粉末冶金新材料、模具设计与制造、铸造及热处理等方面形成了研究特色。

山东省机械设计研究院是山东机械工程学会等 12 个省级独立法人学会、协会的理事长单位和秘书处所在单位，山东省机械设计研究院机械产品质检中心（山东省机床及通用机械质量监督检验站）《现代制造技术与装备》杂志社等多个行业服务机构。此外，还具有国家机械行业甲级工程设计资质和甲级工程咨询资质。先后被省政府授予“山东省产学研合作创新突出贡献奖”、“山东省产学研合作创新突出贡献单位”。



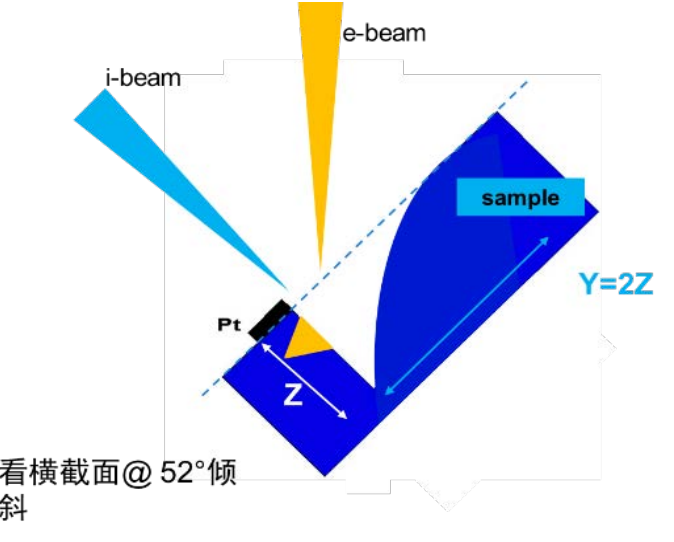
学部设有 8 个管理服务部门和 11 个教学科研部门，现有在编教职员工 230 人，其中教师 170 余人，博士 110 人，博士生导师 9 人。正高 37 人，副高 77 人，副高及以上占教师比 67%。学部建有国家中小企业公共服务示范平台、中国轻工业装备制造与智能测控重点实验室、山东省高档数控机床技术创新中心等 21 个国家级、省级科技创新与实践平台。近年来，承担包括国家科技重大专项等国家级、省部级项目 160 余项，承担企业委托的横向项目 600 余项，实现科研到位经费 2 亿元以上，新增仪器设备 5500 余万元。在国内外学术期刊和学术会议上发表论文 550 余篇，其中被 SCI、EI 等三大索引收录 450 余篇；授权国际发明专利 12 件，国家发明专利 200 余件；获国家技术发明二等奖 1 项、国家星火计划三等奖 1 项、省部级科技奖励 30 余项；实现成果转化项目 160 余项。新时代、新使命、新征程。机械工程学部将始终坚持以“立德树人”为根本，以学科建设为龙头，树立“融合与开放同行，守正与创新并举”的发展理念，加快推进学部高质量发展，为建设国内一流、国际有影响的应用研究型大学做出更大贡献。

学部大型仪器设备简介

聚焦离子束仪器简介（Helios G4）

仪器简介

聚焦离子束电子束离子束双束系统—兼有扫描电镜高分辨率成像及聚焦离子束加工的功能，用扫描电镜可以对样品精确定位并能实时观察聚焦离子束的加工过程。搭配能谱（EDS）和电子背散射衍射（EBSD），实现加工样品、观察形貌、分析成分、获取晶体学取向等多重功能。



看横截面@ 52°倾斜

成像原理

仪器主要特点及技术指标

技术指标

1. 在最佳工作距离的二次电子成像分辨率：
≤ 0.6 nm @ 15 kV；≤ 0.7 nm @ 1 kV
2. 在双束交叉点的二次电子成像分辨率：
≤ 0.6 nm @ 15 kV；≤ 1.2 nm @ 1 kV
3. 电子束着陆电压：20 V ~ 30 kV；
4. 离子束加速电压：500 V ~ 30 kV；
5. 离子束束流强度：0.1 pA ~ 50 nA；
6. 离子束分辨率：2.5 nm @ 30 kV（使用选边平均值法测量）≤ 4.0 nm @ 30 kV（利用多变平均法测量）

仪器配置情况

1. 沉积及刻蚀辅助材料：Pt、C；
2. 配备有纳米机械操纵系统；
3. 配备 EDS 能谱仪、EBSD 背散射仪。

主要功能

用于固体样品上制备微纳结构；高质量定点 TEM 样品制备；离子束刻蚀、离子束沉积、电子束沉积。

双电源 SPS 等离子体烧结设备 (SPS-625HF)

仪器简介

双电源 SPS 等离子体烧结设备是先进的放电等离子烧结炉 (SPS-625HF)，放电等离子烧结作为一种先进、高效的陶瓷材料制备新工艺，烧结机理主要体现在放电等离子烧结作为一种先进、高效的陶瓷材料制备新工艺，烧结机理主要体现在放电效应、电场效应、机械压力三个方面。而

对于 SPS-HF 的烧结过程，涉及到电 - 热 - 磁 - 力四物理场的强耦合，主要为电磁场与热场、应力场与热场之间的相互耦合。该方法在烧结过程中，通过电极施加直流脉冲电流，在粉体颗粒间隙产生放电等离子体使得颗粒表面产生局部高温以实现颗粒的活化，从而有利于降低烧结温度且提高产物的致密度。

仪器主要特点及技术指标

1. 模具类型：烧结材料样品直径 30~100mm、高度 5~10mm
2. 烧结温度范围：0~2000℃（高温需通入保护气体）
3. 烧结压力范围：3MPa~50MPa
4. 可实现不同氛围条件下的材料烧结（真空、氮气、氩气）



台式表面形貌分析仪 (Phenom Prox SEM)

仪器简介

台式表面形貌分析仪 (Phenom Prox SEM) 是利用二次电子信号成像来观察样品的表面形态的一种现代分析仪器，即用极狭窄的电子束扫描样品，通过电子束与样品之间的相互作用产生各种效应，其中主要是样品的二次电子发射。二次电子能够产生样品表面放大的形貌像，进而获得样品自身的各种物理、化学性质的信息，如微观形貌等。该 SEM 主要有二次电子、背散射等方式。

仪器主要特点及技术指标

1. 环境要求：温度在 15~25℃，湿度小于 60%，保证供电安全；
2. 样品应使用导电胶粘贴牢固，并用压缩气体吹扫除尘；
3. 样品材料如果不导电，应通过喷金设备进行喷金处理；
4. 最大样品尺寸：直径 25mm、高 5mm。



Phenom Prox SEM



超景深三维观察显微系统

超景深三维观察显微系统

仪器简介

规格型号：UMT-TRIBOLAB

主要用途：系统可实现：摩擦系数、磨损率、磨损机理、润滑性能等测试工作。

仪器主要特点及技术指标

传感器 0~20N，0~1000N 系统能够提供全范围的旋转（转速 -0.1~5000rpm，扭矩可达 5Nm）、往复（频率可达 60Hz）、环块（转速 0.1~5000rpm，扭矩可达 5Nm）和线性摩擦和压痕划痕试验（速度 0.002mm/s~10mm/s，行程可达 120mm），免工具驱动更换，自动匹配。模块化的设计可快速从旋转试验转为往复运动试验，力测量从 μN 转为 KN，测试环境从室温转为 1000℃并可配置液体循环腔。



原子力显微镜

仪器简介

规格型号：Multimode8

主要用途：适用于获取导体、半导体和绝缘体、生物样品、有机膜的表面三维形貌；获取表面物理特性的表征：摩擦力，磁场力，表面电势，力曲线。

仪器主要特点及技术指标

最高的分辨率和性能，实现纳米至微米尺度的三维测量；配备 10 倍物镜，实现自动聚焦与缩放；样品直径可达 15mm，厚度可达 6mm；Multimode8 独有的智能扫描模式，只需设定扫描范围，系统自动优化参数，下针出图。



高温摩擦磨损测试仪

仪器简介

规格型号：CSM THT 1000℃

主要用途：可以模拟材料的实际使用条件下进行试验，该试验机结合了独特的顶部加热设计与样品温度的直接测量，具有较高的稳定性和可靠性。CSM THT1000℃可用于测量摩擦系数和磨损率，其测试配置完全适用于模拟两种材料在工作温度下的接触过程。使用 CSM THT1000℃高温摩擦磨损试验机，可在真实的接触条件下对材料系统进行全面研究。

仪器主要特点及技术指标

载荷：最大值：60 N；

最小值：0.25 N；**摩擦力：**最大 20 N；

旋转配置：旋转速度：1 rpm 到 1500 rpm；

半径：最大 40 mm；

温度：最高：1000℃；最低：室温。



高级旋转流变仪

仪器简介

规格型号：MCR302

主要用途：用于测试液体样品的流变学测试，如：聚合物熔体、聚合物溶液、胶体、乳液、悬浮液、表面活性剂、乳化剂、增稠剂、原油、盐溶液、碱溶液、驱油液等，可以测试粘度、剪切应力、流动曲线、粘度曲线、粘温曲线、屈服应力、触变性、粘弹性（储能模量\损耗模量等）等各种重要的流变学参数。

仪器主要特点及技术指标

角位移精度：≤ 10rad，
扭矩精度：≤ 0.1nNm，
旋转模式最小扭矩：≤ 0.01μNm，
振荡模式最小扭矩：≤ 0.002μNm，
最大扭矩：≥ 200mNm，
马达：无刷直流同步马达。



纳米压痕仪

仪器简介

产品型号：Nanoindentation Tester NHT3

产品特性：纳米压痕仪主要用于微纳米尺度薄膜材料的硬度与杨氏模量测试，测试结果通过力与压入深度的曲线计算得出，无需通过显微镜观察压痕面积。模块化设计，可在一台仪器上实现纳米尺度、微米尺度下的压痕与划痕测试功能。

仪器主要特点及技术指标

压痕、划痕全符合 ASTM 及 ISO 国际标准系统具有高稳定性与高精度。
光学显微物镜：5×,20×,50×,100×



材料表面三维织构形貌采集系统

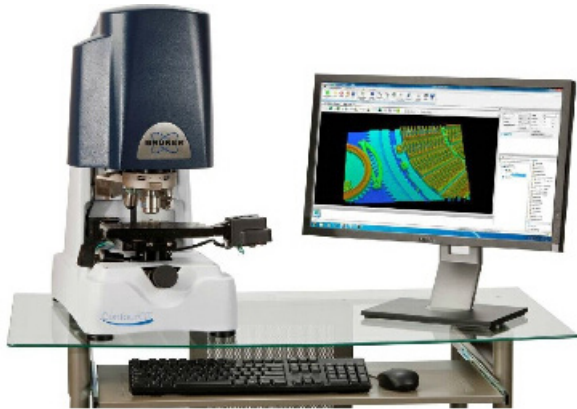
仪器简介

规格型号：Contour GT-K

主要用途：用于分析材料的表面形貌、粗糙度、三维轮廓，主要应用于 LED 行业、太阳能行业、触摸屏行业、半导体行业、数据存储行业及材料科学与加工制造研究领域。

仪器主要特点及技术指标

放大倍率为 2.75×—100×，能够表示放大范围样品表面形状与结构特征；运用 Vision64 软件的 64-Bit，多核处理器可加速 3D 表面测量和分析；垂直范围计量从埃米至毫米。



大载荷划痕仪

仪器简介

规格型号：RST

主要用途：大载荷划痕测试仪器专门用于定量测定薄膜材料的机械性质：膜基结合强度、涂层失效形式以及基体变形尺度等。划痕测试仪综合多种高精度传感器定量测定膜基系统的各种重要参数，是科学研究和工业研发质检领域不可或缺的工具。

仪器主要特点及技术指标

正向载荷范围：1N-200N；
光学显微镜放大倍数：200×，800×。



高温差示扫描量热仪

仪器简介

规格型号：DSC 404F3

主要用途：用于金属、非金属和高分子材料的相变温度、焓变以及比热容的测量。不适合易挥发以及具有腐蚀性能材料的测试。

仪器主要特点及技术指标

测量温度范围：0-1500°C
升温速率：0.001 K/min-50 K/min。



徕卡光学金相显微镜

仪器简介

规格型号：LEICA DM2700M

主要用途：用于各种例行检查任务——金相，地球科学，取证调查，材料质量控制和研究。大功率 LED 照明，适用于明场、暗场、微分干涉和偏光的多功能光源。软件自带钢、铸铁、铝合金等材料的国家标准，可进行金相组织标准评判。彩色编码光圈辅助装置（CCDA）、内置入对焦止动装置、内置式斜照明装置确保使用方便、可靠；能够实现数据快速准确地分析、归档。

THT 型高温摩擦磨损测试仪（最高温度 1000° C）

仪器简介

主要用途：材料在高温下的摩擦和磨损性能研究日益重要，为了满足这方面的研究需要，瑞士 CSM 仪器公司在其销盘式摩擦磨损试验机的成功基础上添加了高温模式，这种高温摩擦磨损试验机可以模拟材料的实际使用条件下进行试验。瑞士 CSM 的 THT 型高温摩擦试验机在世界及国内许多著名的表面工程及 / 或摩擦学实验室得到广泛、长期使用，其操作方便、数据可靠、质量稳定的特点逐渐被大家认可。

仪器主要特点及技术指标

1. 精确的高温摩擦磨损测量（最高温度 1000° C）：高效精准的控温系统，具有样品表面温度传感器，和温度控制器形成反馈回路，可实时获取真正的测试过程中的样品温度
2. 多重安全性设计：具有防热胀冷缩效益的夹具设计，可稳定的夹持各种不同规格、尺寸的产品夹具设计，保障高温摩擦试验中稳定的摩擦副接触在液体本身物理条件允许的情况下，进行液体环境中高温测试。符合国际标准 DIN 50324，ASTM G99 和 ASTM G133
3. 高效的计算机和仪器控制软件：进行实时数据图像显示，赫兹应力分布计算，摩擦和磨损系数计算，摩擦寿命计算，等等。

数控加工中心

仪器简介

规格型号：斗山 DNM-415

主要用途：加工中心是从数控铣床发展而来的。与数控铣床的最大区别在于加工中心具有自动交换加工刀具的能力，通过在刀库上安装不同用途的刀具，可在一次装夹中通过自动换刀装置改变主轴上的加工刀具，实现多种加工功能。它的综合加工能力较强，工件一次装夹后能完成较多的加工内容，加工精度较高，就中等加工难度的批量工件，其效率是普通设备的 5 ~ 10 倍，特别是它能完成许多普通设备不能完成的加工，对形状较复杂，精度要求高的单件加工或中小批量多品种生产更为适用。它把铣削、镗削、钻削、攻螺纹和切削螺纹等功能集中在一台设备上，使其具有多种工艺手段。



数控加工中心

电火花线切割机床

仪器简介

规格型号：XK7132

主要用途：线切割主要用于各类模具、电极、精密零部件制造，硬质合金、石墨、铝合金、结构钢、不锈钢、钛合金、金刚石等各种导电体的复杂型腔和曲面形体加工。具有加工精度高，高洁度高、切割速度快等特点。



电火花线切割机床

技术及行业服务

数控技术、智能装备、先进加工技术业务

数控技术、智能装备、先进加工技术业务主要宗旨是积极推进产学研结合，加快我国装备制造业数控技术产品的发展。中心实行开放式服务，为装备制造业产学研相关单位构建信息共享与技术交流的基础平台，接受省内外企业、科研机构和大专院校等单位的委托，从事装备制造业相关工程数控技术研究开发及中试生产与实验工作。

主要研究方向：高档数控机床及其功能部件研究开发、数控专用设备研究开发、柔性机加工自动线、柔性装配自动线研究开发；工业机器人及其功能部件研究开发；增材制造及增减材复合技术研究开发。

近几年承担的省级以上科研项目：精密数控机床直驱关键共性技术研究及示范应用、面向智能制造产线的核心装备研发与示范应用、四十八轴数控深孔钻床研发及成果转化、汽车动力总成加工装备与智能制造系统研发等十多项山东省重点研发计划项目。先后与济南二机床集团有限公司、山东普利森集团有限公司、山东威达重工股份有限公司、济南第一机床有限公司、山东临沂金星机床有限公司等重点骨干企业合作，完成了 100 多种机电一体化高新技术产品的研究开发工作。

核心技术及指标

1. 高档数控机床整机及其关键功能部件的研发。
2. 数控专机系列开发及专用机械生产线的设计。
3. 非标设备的开发等。

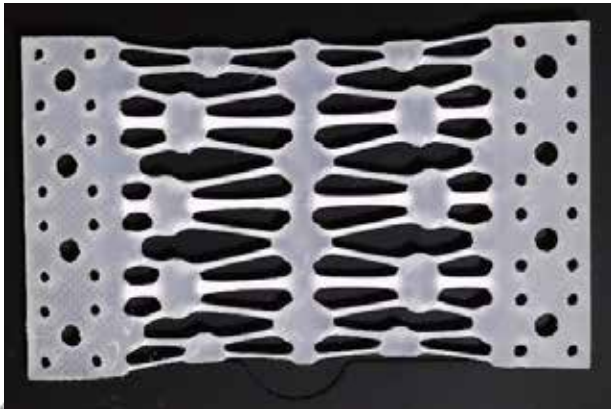
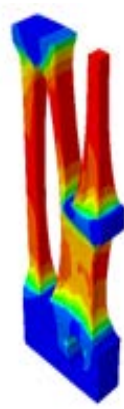
知识产权情况

获得授权专利 25 件，其中发明专利 22 件。

成果负责人	王加祥	职称 / 职务	高级工程师 / 主任	手机	15953129858
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

金属材料与成型技术

金属材料与成型技术服务由原模具研究室、省模具协会、天科模具经营部三部分组成，涵盖研究开发、协会管理、公司经营等。科研方面模具研究室具有一定科研开发能力，能承担相关横向项目的研发任务，及参与纵向课题的研究工作。近几年，模具研究室与泰安路德工程材料有限公司签订“高强宽幅高抗蠕变性土工格栅关键技术开发及产业应用”技术开发合作。与肥城联谊工程塑料有限公司签订“新型嵌套式多向强化土工格栅技术开发”的技术开发合作。与枣庄鑫金山智能装备有限公司，签订“强韧性高熵合金在矿山机械抗冲击耐磨构件中的研发与应用”技术开发合同，同时申报产学研协同创新基金项目。中心下设济南市新材料先进成形模具技术重点实验室。



核心技术及指标

1. 高强度长服役期高分子材料工艺性能研究及大型高精度模具技术开发，超高强韧热成形钢及其先进成形工艺研究；
2. 工程材料方面与河北双成新材料科技有限公司，基于“CRCC 认证高品质单、双拉系列土木格栅关键技术开发及产业化应用”；
3. 基于碳纤维、芳纶、玄武岩等纤维强化的先进复合材料模具热成形工艺及其智能化加工。

知识产权情况

主编了《德州市经济技术开发区高端模具产业发展规划》。目前拥有软著 4 项目，专利 8 项。

成果负责人	刘国强	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13705414357
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

行业服务及检测业务

行业服务及检测业务范围涉及机械产品质检、机械工业职业能力评价、机械工业理化计量检测、机械工业理化检验人员技术培训等多个行业技术服务项目。是山东机械工程学会、山东省高端装备产业协会、山东机械工业理化检测协会、山东省铸造协会、山东省焊接协会、山东省表面工程协会、山东省机械工业质量管理协会、山东省机械工业企业管理协会的挂靠单位，在科技咨询、技术创新、人才培养、信息交流、检测检验、标准质量等方面为行业企业服务。

核心技术及指标

1. 机械产品质检：承担质量仲裁检验服务，参与了机械产品生产许可证和强制性产品认证工厂条件审查工作，是山东省机械行业的专业检验机构。通过计量认证（CMA）机构审查验收认可（CAL），是法定使用 CMA、CAL 标志为社会出具公正数据的法定检验机构。授权产品包括：金切机床、成形机床、木工机械、印刷机械、通用机械、基础件、磨料磨具、电工电气及电焊条等产品。
2. 机械行业职业能力评价具体开展机械行业职业能力水平评价工作，致力于机械行业能力评价相关工作。
3. 机械工业职业能力评价：负责组织开展机械行业特有工种职业能力评价，特有职业标准、培训评价教程的编制和出卷命题、题库建设，行业评价培训体系的整体规划，地方培训评价技术专家队伍建立，省内机械行业培训评价体系的合理布点、申报业务指导、资质验收和建站后的日常管理工作，并在机械指导中心授权下组织技师、高级技师的职业能力水平评价工作及高级考评员的派遣工作。
4. 机械工业理化计量检测中心下设力学室、金相室、化学室、光谱室，承担理化检测试验项目及生产科研中的各项（包括化学成分分析、力学性能检测、金相组织检验、无损检测、失效分析等），为社会提供公正、准确、可靠的第三方检测服务。
5. 机械工业理化检验人员技术培训和能力评价委员会山东省培训办公室前身为机械工业部理化人员培训资格鉴定委员会山东省鉴委会，受权对全省机械工业企业单位理化检验人员开展技术培训和能力评价工作。

知识产权情况

成果负责人	亓海滨	职称 / 职务	主任	手机	15066678608
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

工业工程技术服务

业务具备国家发展改革委、住建部认定的机械行业甲级咨询、甲级设计资质，可承担工程项目建议书、可行性研究报告、节能评估报告、安全生产条件论证报告、安全设施设计专篇、职业卫生专篇等的编制；以及工厂总平面规划设计、生产车间工艺设计、工业与民用建筑工程及公用工程设计（包括但不限于给排水、配电、采暖通风、动力工程等）。

核心技术及指标

中心在电缆行业设计领域深耕细作，具有响亮的品牌优势，始终站在行业前沿、引领行业发展方向。业务范围全方位覆盖低压、中压、高压、超高压等电压等级；类型涵盖陆上电力电缆、海底电缆、光电复合缆、特种电缆等等。尤其在立式交联电缆生产车间的设计领域，具有世界领先水平，车间高度大多介于 120m 至 150m 之间（最高接近 200 米）。对厂区总体设计思路、工艺布置、设备选型、厂房设计及建设等拥有丰富的经验。服务对象遍及全国各地，尤其是头部大中型企业。

知识产权情况

成果负责人	于亚东	职称 / 职务	主任	手机	18906448166
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



中辰电缆股份有限公司



江苏通光海洋光电科技有限公司立塔

仿生制备石墨烯包覆增强陶瓷刀具及纳米流体微量润滑切削技术

成果简介

高性能刀具与纳米流体微量润滑切削是当前加工制造领域的重要研究内容之一。本成果面向增材制造镍基合金和不锈钢等难加工材料的高效高质量加工需求，基于石墨烯高的力学、热学及自润滑特性，提出基于界面力学的石墨烯包覆复合陶瓷刀具的设计方法；采用激光辐照法仿生制备石墨烯包覆碳化物纳米粉体，将其作为增强相提高复合陶瓷刀具材料的力学性能和自润滑特性，同时作为润滑添加剂改善纳米流体微量润滑特性；通过对切削区渗透特性和切削界面成膜特性的研究，结合纳米流体传热过程的分子动力学模拟及切削过程的流固耦合仿真，揭示石墨烯包覆碳化物纳米流体微量润滑与石墨烯固体润滑之间的多重协同作用机理；研制成功石墨烯包覆碳化物增强复合陶瓷刀具材料，并通过研究其纳米流体微量润滑切削特性及加工表面完整性，改善刀具切削性能，提高加工表面质量。

核心技术及指标

基于石墨烯突出的力学、热学和自润滑性能，提出基于界面力学的石墨烯包覆碳化物增强陶瓷刀具的设计方法：采用激光辐照法仿生制备 MC@G 纳米复合粉体实现其均匀包覆与可控制备；通过研究 MC@G 纳米流体微量润滑、微尺度传热与刀具材料固体自润滑特性，揭示纳米流体微量润滑与石墨烯固体润滑之间的协同作用机理；最终研制成功石墨烯包覆碳化物增强的新型复合陶瓷刀具材料，并通过研究其纳米流体微量润滑切削特性，改善刀具切削性能，提高加工表面质量。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

高速切削过程中的摩擦与润滑是加工制造领域的国际前沿课题。特别是随着现代加工制造技术的发展，以增材制造镍基合金和不锈钢等为代表的难加工材料层出不穷，对如何降低摩擦、改善润滑进而实现绿色切削提出了更高的要求。本成果从自润滑陶瓷刀具和纳米流体微量润滑两个方面入手，提出将以上两种润滑方式相结合、并发挥其多重协同作用改善润滑冷却效果的研究思路，为高速切削过程中的摩擦与润滑这一前沿科学问题提供独特的解决方案，并为高速切削刀具设计及其绿色切削应用提供新的途径和有效手段，具有广阔的应用前景。

知识产权情况

成果包含的发明专利、实用新型专利、软著及其他等情况

相关发明专利 3 件、在国内外重要期刊发表相关论文 10 篇以上。

成果负责人	许崇海	职称 / 职务	学部主任	手机	0531-89631131
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

高速精密车铣复合加工中心

成果简介

高速精密车铣复合加工中心是一种高柔性多用途复合加工中心，机床通过控制 X、Y、Z、B、C 五轴联动可够完成任意角度的车削、铣削、钻削、镗削、磨削、攻、铰、扩、滚齿等任务，加工空间任意几何形面。

机床配置的大功率主轴和 B 轴动力刀架及 24 位自动刀库使机床具有超凡车铣加工能力，适于加工形状复杂、精度高的各种盘类及轴类零件，在单件和成批生产中均可获得较高的关联加工尺寸精度、减少加工辅助时间。改主轴轴承采用圆锥孔双列圆柱滚子轴承两端布置，前端搭配高精度角接触球轴承，即保证了主轴的刚性，又保证了主轴的回转精度。

核心技术及指标

高速精密车铣复合加工中心 B 轴工作转台采用力矩电机驱动，最大切向力矩 3500Nm(每 5 度进行分度时)/1000 Nm(刹车时)。最大转速 100r/min, 扭矩为 670Nm 。

B 轴电主轴采用高精度大直径轴承、CAPTO C6 主轴接口、最大转速 7000r/min。分度系统满足车削高刚性锁紧要求。



	床身上旋径	mm	650	16	Y 轴移动最大加速度	g	1.2
2	滑板上旋径	mm	540	17	Z 轴移动最大加速度	g	1.2
3	最大加工直径	mm	630	18	卡盘尺寸	“	15
4	最大加工长度	mm	1000	19	主轴转速范围	r/min	30-2000
5	X 轴行程	mm	700	20	主轴端		A2-8
6	Y 轴行程	mm	-150~175	21	主轴通径	mm	90
7	Z 轴行程	mm	1100	22	主电机功率	kW	28/42
8	B 轴行程	°	± 102.5	23	铣销主轴功率	kW	16.8
9	C 轴行程	°	Nx360	24	铣销主轴最高转速	r/min	7000
10	X 轴快速移动速度	m/min	45	25	X/Y/Z 轴定位精度	mm	≤0.008
11	Y 轴快速移动速度	m/min	45	26	X/Y/Z 轴重复定位精度	mm	≤0.005
12	Z 轴快速移动速度	m/min	45	27	B 轴定位精度	“	≤±15
13	B 轴最高转速	r/min	20	28	B 轴重复定位精度	“	≤±4
14	C 轴最高转速	m/min	26	29	C 轴定位精度	“	≤±10
15	X 轴移动最大加速度	g	1.2	30	C 轴重复定位精度	“	≤±8

产业上下游情况介绍，项目效益分析

高速精密车铣复合加工中心床身采用高刚性的前倾 45°后倾 15°斜床身结构，导轨为大尺寸重载荷滚柱直线导轨，具有高刚性和优良的抗振性。主轴轴承采用圆锥孔双列圆柱滚子轴承两端布置，前端搭配高精度角接触球轴承，即保证了主轴的刚性，又保证了主轴的回转精度，为高精加工或复合加工提供了加工方案，替代了进口设备，市场前景良好。

知识产权情况

成果包含的发明专利、实用新型专利、软著及其他等情况

形成：发明专利 ZL202211611868.6 发明专利 202111363041.3

成果负责人	林江海	职称 / 职务	研究员	手机	
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

大型动力平台智能电液控制系统关键技术

成果简介

成果建立起复杂流道理论分析与设计方法，实现片内不同组态的柔性集成功能。通过新型磁致伸缩式力传感器技术，基于微控制器设计智能压磁式牵引力传感器电路，重点突破智慧农机功率、力、姿态及其混合控制等关键作业参数的精确获取与传输技术。搭建了高端装备控制器开放式编程工具平台及应用算法库，从而开发了整车控制 VCU 和智能机具控制 ECU 智能电液控制平台。

核心技术及指标

1. 作业状态参量信息感知系统传感器线性度值≤ 1.5%。
2. 控制器实现 2~4 路 CAN 总线、4~6 路闭环比例电磁铁 PWM 输出。
3. 阀控系统压力至 25MPa，最大系统流量达到 250L/min，可实现零或微泄漏 (0,0~2mL/min)、高响应大负载细分位移输出 8

产业上下游情况介绍，项目效益分析

针对国内大型动力机械智能电液传动与控制系统核心技术发展落后、智能化水平低的现状，重点突破智能液压信息网络系统、作业信息感知、决策智控等关键技术，研制专用传感器、控制器和模块化电控比例阀等核心部件，突破限制高端装备发展的“卡脖子”关键核心技术，建立包括智能农机装备、现代工程机械、船舶机械在内的高端装备智能电液传动与控制系统技术创新平台。

知识产权情况

拥有自主知识产权。

成果负责人	李瑞川	职称 / 职务	教授	手机	
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

一种具有裂纹愈合能力的陶瓷材料及其制备方法

成果简介

本成果涉及陶瓷材料技术领域，具体涉及一种具有裂纹愈合能力的陶瓷材料及其制备方法。本成果公开了一种具有裂纹愈合能力的 Si₃N₄/TiC/ZrSi₂ 陶瓷材料及其制备方法，通过添加修复剂 ZrSi₂，使 Si₃N₄/TiC 陶瓷材料具有良好的裂纹修复能力，并且具有良好的烧结致密性，增强了陶瓷刀具材料的综合力学性能。

核心技术及指标

本成果通过在 Si₃N₄/TiC 陶瓷材料基体中添加 ZrSi₂ 来实现陶瓷刀具材料裂纹愈合的功能，本发明选用的愈合剂 ZrSi₂ 在较低温度下便可以与氧气发生反应生成可以愈合裂纹的 ZrO₂ 和 SiO₂，有效愈合陶瓷刀具材料中的裂纹；陶瓷材料的抗弯强度可以恢复到光滑试样的 80% 以上，提高了陶瓷刀具材料的使用寿命；ZrSi₂ 还作为导电相促进 Si₃N₄ 的 SPS 烧结，并且 ZrSi₂ 的加入可以起到烧结助剂的作用；制备方法工艺简单，设备要求低，可靠性强。

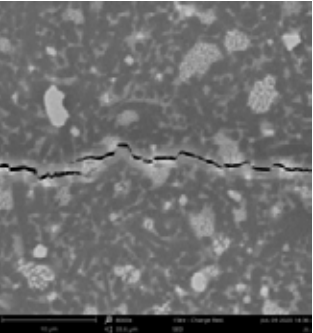


图 1 修复前的陶瓷材料

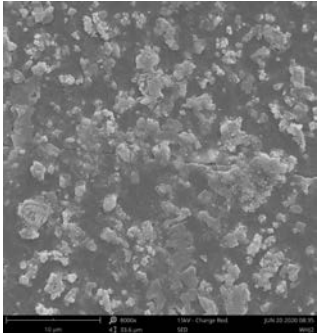


图 2 修复后的陶瓷材料

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本成果涉及陶瓷材料的设计与制备，目前相关技术领域尚未有其他机构公开发布与本技术相关的成果。本成果通过对陶瓷刀具材料各组分进行设计，使陶瓷刀具具有裂纹修复能力的同时具有自润滑功能，从而提高陶瓷刀具干切削过程的切削性能，延长陶瓷刀具的使用寿命，可有效满足现代切削加工绿色可持续发展的要求，提升我国高端装备制造领域的技术水平。

知识产权情况

- 1.CHEN, Zhaoqiang; XIAO, Guangchun; XU, Chonghai; YI, Mingdong; ZHANG, Jingjie and ZHANG, Shuai; Ceramic material having crack healing capability and preparation method therefor, 2024-05-16, Patent number: 2021368918
2. 肖光春；张帅；陈照强；许崇海；衣明东；张静婕；一种具有裂纹愈合能力的陶瓷材料及其制备方法，2023-03-17，中国 ZL. 202011181198.X

成果负责人	陈照强	职称 / 职务	教授 / 副院长	手机	13953181001
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

一种监测人体呼吸和心脏电活动的柔性微纳器件

成果简介

项目研发了专用于柔性传感的微纳制造加工工艺，实现了生物兼容的绿色制备技术，优化了传感器的微观交联电阻网络结构，提高了传感器的灵敏度和稳定性；结合有限元仿真技术优化了传感器结构参数设计，实现了应力与电生理信号的多模态信号同步监测功能。

项目的主要创新点包括：

1. 通过施加高频电场实现纳米复合材料的绿色制备，有效避免了传统半导体加工工艺毒性残留；通过软化传感器基底降低了机械失配；
2. 基于 MEMS 器件小尺寸效应研制的器官芯片，实现了细胞组织的长期培养和动态监测。
3. 基于微纳制造的操控平台，研制了合片机和芯片封装设备，有效解决了芯片封装设备卡脖子、试药耗材芯片国产化替代。

核心技术及指标

与上述其它专利相比，本发明专利具有明显的新颖性和创造性：

1. 本发明提供一种同时检测人体呼吸和心脏电活动的柔性装置。为了避免两种信号之间的重叠干扰，通过有限元仿真分析，优化了电极和应变传感器的布置。为了提高该器件的压阻响应和电压传感能力，在碳纤维表面改性了羽状纳米铜。
 2. 本发明装置的压阻式应变传感器可以检测到 100 Pa 的压力，灵敏度为 0.053±0.00079 kPa⁻¹，电压的信噪比由 2.2±1.9 提高到 10.7±1.4。本申请同时监测了 17 名志愿者的心电图和呼吸，证明了这些设备对医疗监护的适用性。
 3. 本发明确定了传感应变和电压的最佳改性条件和机理。最后，应用该装置对 17 名志愿者的信号进行了测量，证明这些设备对医疗监护的具有较好的适用性。能够全面测量 ECG 和呼吸的多参数（心跳频率、心跳节奏和电脉冲、呼吸频率、呼吸压力和呼吸模式）的灵活装置。关键部分是碳纤维，它具有良好的电气性能和压阻性能。本申请将碳纤维作为传感元件（微电极和应变传感器）集成到 PDMS 中。
- 总之，项目产品可以实现 ECG 和呼吸的多参数全面测量，能够获得更好的检测心跳频率、心跳节奏和电脉冲、呼吸频率、呼吸压力和呼吸模式的参数，有效地实现了疾病的早期预测和诊断，对降低心脏和呼吸监测成本、推动心脏和呼吸监测设备的家庭化普及和疾病的早期预测和诊断规划指导等方面具有重要意义。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

截至 2022 年，微纳生物传感器的市场规模为 285 亿美元，每年复合增长率 7%。对应地，类器官芯片这一新生技术，全球每年保持 38%~57% 的复合增长率，预计到 2030 年市场规模可达百亿元。相比于国外市场，我国类器官芯片成果转化市场应用进程相对缓慢，但市场发展潜力巨大，国内企业也开始积极布局该领域，例如丹望医疗、北京科途医学、创芯国际生物科技，上海诺典生物科技、山东复伟生物等公司。但更多地停留在科研层面，多为实验基础的科研文章产出，临床与产业应用少，产业链不完整。参评专利聚焦类器官芯片领域，能够利用多学科优势打通产业上下游，助力高新技术真正走出实验室，实现产业化。

项目开展的器官芯片微纳制造在线传感关键技术研究与应用，分别为齐鲁制药集团有限公司、山东才聚电子科技有限公司和济南汇泉电子公司新增销售额 1.2 亿元，新增利润 3700 万元，新增外汇 1000 万美元。此外，基于该项目建设成了一个引领我国类器官芯片新药筛选、医学研究及转化应用的国际化创新人才团队，提升我国类器官芯片各项技术指标至国际先进水平。

2023 年 6 月 9 日，山东省机械工业科学技术协会组织权威专家进行成果评价，团队研发“器官芯片微纳制造与传感关键技术”被认定国际领先、国内先进水平。项目开展的一系列理论与技术探索，提出了具有指导意义的微弱力电信号探测敏感机制与使用评判指标，陆续被后续研究所采用。项目研究涉及电学、机械、材料力学、生物医学等多学科的交叉，研究工作具有高度创新性和挑战性。项目研究方法受到剑桥大学 Owens 教授等和浙江大学国家杰青、长江学者王平教授等国际国内同行的广泛认可和引用，研究成果被新浪、搜狐、麻省理工科技评论、淄博日报等媒体广泛宣传。

项目获批国家级、省部级各类纵向经费支持近 2500 万元；签订横向课题 19 项，成果转化 3 项；申请专利 34 项，其中 PCT 专利 4 项，发明专利 33 项，授权发明专利 11 项；申请软件著作权 7 项，已获批 2 项；发表论文 30 篇，其中“三高”论文 8 篇，SCI 论文 30 篇。项目成果获国际奖项 4 项，国家级协会一等奖 1 项，省级协会奖 1 项，指导学生竞赛获奖 4 项。研发的“基于微纳传感的高通量药物筛选系统”获得 MARSS2022 最佳成果应用奖、山东国防机械电子工委会认可，并获“山东省高端装备创新创业大赛一等奖”，关键传感部件获批山东省首台套设备认可。

知识产权情况

申请专利 34 项，其中 PCT 专利 4 项，发明专利 33 项，授权发明专利 11 项；申请软件著作权 7 项，已获批 2 项；发表论文 30 篇，其中“三高”论文 8 篇，SCI 论文 30 篇。

成果负责人	王力	职称 / 职务	教授	手机	15705417112
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

强断续切削刀具抗机械冲击破损技术

成果简介

难加工材料高速或重载切削加工时刀具普遍存在破损严重、可控性差的问题，成为提高加工效率、实现安全稳定生产的瓶颈。刀垫作为机夹可转位刀具的重要部件直接与刀片接触，刀垫材料性能和表层结构形式直接影响刀片的使用新能。本技术通过刀垫材料优选和刀垫表层结构优化，降低刀片在受到机械冲击时的响应应力峰值并改善刀片内部应力分布，能够有效提高刀片的抗冲击破损性能，延长刀具的使用寿命。

核心技术及指标

通过优选刀垫材料的性能提高刀片的抗冲击破损性能，需要关注材料的弹性模量和弹性变形能力，同时考虑加工参数，通过综合评估确定刀垫材料所需的性能。经合理优选材料的刀垫可以提高粗、精加工中硬质合金、陶瓷、CBN/PCBN、金刚石刀片抗冲击破损性能 30% 以上（以寿命或破损程度评估，下同），同时可以有效降低以上刀具微崩刀、涂层剥落等磨损。

通过优化刀垫表层结构提高刀片的抗冲击破损性能，重点在于需要通过设计适当的结构使刀垫在刀 - 垫接触面上具有梯度刚度，刚度梯度的大小需要和材料和切削参数相适应。结构优化后的刀垫可以提高粗、精加工中硬质合金、陶瓷、CBN/PCBN、金刚石刀片抗冲击破损性能 40% 以上。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

在风电、核电、化工等领域大型铸造毛坯件去粗成形、大型骨架零件镂空加工中，大量工件材料需要去除，材料切除率大于整个零件重量的 50%，加工效率问题极为重要。采用大的进给速度或切削深度的重载切削，或采用高的线切削速度的高速切削是提高加工效率有效手段。但是高的转速和大的切削深度会使得刀片承受较大的冲击载荷，导致刀片易发生破损，不仅降低企业加工效率，而且存在生产安全隐患。本技术针对以上需求研发，可以有效提高刀片的抗冲击破损性能。项目投产后可以产生直接经济价值 300 万 / 年以上，间接经济价值 1000 万以上，促进大型工件高效加工技术进步。

知识产权情况

1. 一种机夹可转位刀具用弱刚性刀垫，苏国胜等，ZL202111384898.3，发明专利
2. 一种机夹可转位刀具用梯度刚度刀垫，苏国胜等，ZL202311118945.9，发明专利

成果负责人	苏国胜	职称 / 职务	教授	手机	17705410905
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

面向发动机缸盖自动打磨的点云快速配准与路径规划技术

成果简介

针对铝制铸件的智能化打磨，开发了基于换元思想的点云配准方法、基于欧氏距离和蔓延算法的待打磨区域提取算法和全覆盖打磨路径规划算法，建立了实验平台。基于上述算法实现了对铝制发动机缸盖的智能化打磨，突破了原有示教功能的局限，达到“哪里有缺陷，打磨哪里”的逐个工件单一定制化路径打磨。

核心技术及指标

1. 提出基于换元思想的 SAC-IA+GICP 配准算法，与对应传统 SAC-IA+GICP 配准方法相比，RMSE 由 4.38 mm 减少至 1.17 mm 降低了 73.29%，配准时间由 6.08s 减少至 2.51s 减少了 58.72%，实现了工件源点云和目标点云的高效率、高精度配准。
2. 提出基于欧氏距离法和蔓延算法相结合的待打磨区域提取算法，与基于欧氏距离法提取待打磨区域相比，加入蔓延算法的待打磨区域提取算法的提取精度由 42.76% 提升至 97.66%，提升了 128.39%，实现了待打磨区域的高精度提取。
3. 打磨完成后，待打磨区域残余部分不足 0.2 mm，打磨后的工件与标准工件之间点对的距离误差均小于 5 mm，其中 90% 以上的点对的距离误差小于 2 mm，验证了全覆盖打磨路径点规划算法的可行性。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

风力叶片、涡轮叶片、高铁车体和发动机缸盖等铸件被广泛用于能源，航空航天，汽车等行业，其制造水平代表一个国家的核心竞争力。发动机缸盖、涡轮叶片等汽车行业所需铸件铸造完成后，在浇注口处会产生飞边、残渣等缺陷，需要进行后续的磨削处理。上述铸件结构复杂、存在大量自由曲面，导致后续加工难度大，因此掌握此类复杂铸件的高效率、高精度、高智能磨削，是整个制造行业面临的巨大挑战。近十年来，中国铸造件的产量逐年递增，到 2022 年中国铸造件的总产量达到 5170 万吨。随着中国铸造件的产量逐年增加，对于高效率、高质量的铸件打磨后处理的需求非常迫切。2022 年，中国铸造件下游行业中汽车行业对铸件需求最高，占比 28.53%。汽车行业所需铸造件中，汽车的车体尺寸大种类多，且对零件表面的尺寸精度和质量要求高。发动机缸盖、涡轮叶片等铸件，存在大量自由曲面，结构复杂加工难度大。上述部件铸造完成后，在浇注口处会产生飞边、残渣等缺陷，需要进行后续的磨削处理，以提高零件表面的精度和质量。因此，掌握此类铸造零件的高效、高精度、高智能磨削，是整个制造行业面临的巨大挑战。

知识产权情况

专利：乔晋崴，丁新磊，刘娜，于收见，王飞，张荣敏，杨志，姜秀丽，一种基于点云的实时全覆盖打磨路径规划方法 中国，发明专利，受理号：CN202311036938.4，2023.09.19

成果负责人	乔晋崴	职称 / 职务	副教授	手机	15753136447
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

可用于金属结构件表面强化修复的高性能激光熔覆层技术

成果简介

针对磨损、腐蚀和高温等恶劣的服役环境，项目组研发了专用的激光熔覆粉末配方和匹配的熔覆工艺，可用于高端装备关键零部件的表面强化和修复工作。

核心技术及指标

- 熔覆层硬度 HRC ≥ 60，显微硬度是 Q235 钢的 6 倍以上。
- 耐蚀性方面，电化学腐蚀的腐蚀电流密度为 10-7A/cm2 级，腐蚀速率仅为 Q235 钢的 1%。
- 耐磨性方面，以磨损体积的倒数表征耐磨性，耐磨性提高到原来的 6 倍以上。
- 抗高温氧化性方面，在 600-1000℃的氧化速率仅为 Q235 的 1%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目的下游产业为机械制造、航空航天、石油 / 煤炭开采、海洋等领域，可为高端装备关键零部件的强化和修复提供支持，项目经济效益优良。

知识产权情况

- 赵伟，陈锴，张辉，李镇，王佳，石油或天然气输送钢管线腐蚀焊接修复装置及修复方法，国家发明专利，专利号 ZL 2022102377469。
- 赵伟，李镇，张辉，郭宁，一种管道焊接修复机器人，国家发明专利，专利号 ZL 202210407782.5。
- 赵伟，于克东，张辉，郭宁，高嵩，李镇，一种陶瓷相与高熔点相协同增强高熵合金涂层及其制备方法，国家发明专利，专利号 ZL 202211087061.7。
- 赵伟，马琦，张辉，肖光春，宋晨晓，王晓宁，郭宁，一种激光熔覆用高熵合金粉末送粉装置，国家发明专利，专利号 ZL 202310871213.0。
- 赵伟，马琦，肖光春，张辉，王晓宁，宋晨晓，一种激光熔覆高熵合金粉末预制装备及方法，国家发明专利，专利号 2023109266902。
- 赵伟，饶伟锋，肖光春，张辉，白雪，一种双药皮焊条及其制备方法，国家发明专利，专利号 ZL 202010690338.X。
- 赵伟，肖光春，张辉，韩桂海，王雪妹，一种双药皮涂压机及涂压方法，国家发明专利，专利号 ZL 202010617041.0。
- 赵伟，肖光春，张辉，一种双药皮焊条涂压机的整形部及整形方法，国家发明专利，专利号 ZL 202210240097.8。
- 赵伟，李想，李镇，王佳，于克东，张辉，一种用于缓蚀剂的检测装置，国家发明专利，专利号 ZL 2021110877734。

10.Zhao, Wei; Rao, Weifeng; Xiao, Guangchun; Zhang, Hui and Bai, Xue, A double-coating welding rod and a preparation method thereof, Patent number: 2020101592.

11. 赵伟，一种焊接防倾斜支架，实用新型专利，专利号 ZL 201921422737.7。

12. 赵伟，一种滴灌管道接头焊接装置，实用新型专利，专利号 ZL 201921422736.2。

成果负责人	赵伟	职称 / 职务	副教授	手机	13583112741
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

碳合物基复合材料智能热压固化成型系统

成果简介

热压罐是一种针对聚合物基复合材料成型工艺特点的工艺设备，使用这种设备进行成型工艺的方法叫热压固化成型法。材料成型时，利用热压罐内同时提供的均匀温度和均布压力而固化，所以可得到表面与内部质量高，形状复杂，面积巨大的复合材料制件。研究成果基于热压罐开发了一套基于中频加热控制的自适应智能控制，实现了全设备监控分析，全自动控温、控压，全流程智调跟随的控制软件。



核心技术及指标

使模具升温速度大于 5 ℃ / 分钟，一般通过空气传热的热压罐升温速度为 0.5 度 / 分钟 -1 度 / 分钟，大幅度缩短固化周期，降低复合材料制造成本，实现全加工过程节能效果。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该项目作为智能控制系统匹配热压罐销售，经项目产业化后，公司通过新技术开发、科研成果转化，承担同行业技术咨询和服务及产品检验检测等，每年实现新增产值 5000 万元，新增利税 820 万元。

知识产权情况

成果包含的发明专利、实用新型专利 2 项、软著 2 项。

成果负责人	张彦	职称 / 职务	高级工程师 / 副主任	手机	13793135036
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



第四部分
电子电气与控制学部

Fig 1.4
FACULTY OF ELECTRONIC, ELECTRICAL & CONTROL ENGINEERING



电子电气与控制学部

学部简介

齐鲁工业大学 (山东省科学院) 于 2017 年 5 月由齐鲁工业大学和山东省科学院科教融合组建而成，是山东省重点建设的应用研究型大学、山东省最大的综合性自然科学研究机构、山东省属高校高水平大学“冲一流”建设高校。新的齐鲁工业大学 (山东省科学院) 汇聚山东省优质科教资源，实行校院合一的管理体制，打造科教融合优势特色，是山东省新型工业科技创新及人才培养领域的重要力量。

电子电气与控制学部由齐鲁工业大学信息与自动化学院和山东省科学院自动化研究所科教融合而成。

学科方向

学部涵盖控制科学与工程、电气工程、信息与通信工程 3 个一级学科，拥有控制科学与工程一级学科硕士点授予权、电子信息专业学位硕士点授予权。

专业设置

学部设有自动化、电子信息工程、通信工程、电气工程及其自动化、电子信息科学与技术 5 个本科专业，其中电子信息工程通过国家工程教育专业认证，自动化、电子信息工程为国家级一流本科专业建设点，通信工程为山东省一流本科专业建设点，电气工程及其自动化、电子信息科学与技术专业是山东省高水平应用型建设专业。

师资队伍

学部现有专任教师和科研人员 220 余人，其中教授、研究员 30 余人、副教授副研究员 100 余人。拥有享受国务院特殊津贴专家、泰山学者特聘专家、泰山学者青年专家、泰山产业领军人才、山东省有突出贡献的中青年专家、山东省教学名师等在内的一支高水平教学科研创新团队。

科学研究

学部坚持“面向国民经济主战场、服务山东省区域经济发展、助推山东省传统产业提质升级和战略新兴产业发展”的战略定位，大力提高科技创新能力，突破行业发展关键问题。近五年承担国家重点研发计划、国家自然科学基金、国际科技合作专项、山东省科技创新重大工程等国家、省级重点科研项目以及企业委托项目 300 余项，获省部级科学技术奖励 10 余项，科研成果获得了广泛应用。

科研平台

1. 省级重点实验室

山东省汽车电子技术重点实验室

山东省机器人与制造自动化技术重点实验室

2. 省级工程技术研究中心

山东省汽车电子工程技术研究中心

山东省机器人与制造自动化技术研究中心

山东省流程工业智能优化制造工程技术研究中心



3. 省级工程研究中心

特种作业机器人技术与装备山东省工程研究中心

智能网联汽车技术山东省工程研究中心

4. 行业学会

山东省自动化学会

5. 国际联合实验室

山东省科学院 - 奥克兰理工大学智能网联技术联合实验室

中乌改性沥青生产自动化技术联合实验室

中国 - 斯里兰卡水下机器人研究联合实验室

山东省科学院自动化研究所 - 哈萨克斯坦国立技术大学

智能农机装备研究联合实验室

机构设置



超宽带穿墙探测雷达

成果简介

超宽带穿墙探测雷达采用超宽带（UWB）技术研制而成，能够对建筑物或障碍物后隐藏目标进行非侵入式探测、定位、跟踪及识别等，在城市巷战、反恐斗争、公安防暴、灾害救援等领域上都有着重要的应用。



核心技术及指标

目前实验室所研制的超宽带穿墙探测雷达可穿透砖石、木材等非金属、低含水量墙体，探测墙体后移动人体目标，探测距离超过 10 米，距离分辨率为 7.5cm。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

超宽带探测成像雷达是一种新型高科技反恐技术装备，能够单兵携带以探测被障碍物遮挡的人物目标，对保障我国的国家安全、提升我国的反恐技术装备水平和灾害救援水平具有重要的意义。

知识产权情况

发明专利：抑制超宽带穿墙雷达信号多径干扰的方法。

成果负责人	李向东	职称 / 职务	高级工程师 / 主任	手机	13031702020
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

车联网终端与云平台

成果简介

车载信息终端设备集 GPS 定位技术、移动通信技术于一身，实时监控车辆信息、及车辆运行状态，为车辆的运营、维护提供快速的安全保障。云端信息服务平台可实现对车辆的远程监控、故障诊断和信息服务，用户可通过浏览器登录远程综合信息服务平台对车辆进行管理，同时获取相应的服务信息。



核心技术及指标

运用云计算、车辆定位、轨迹追踪等技术，实现可视化车辆管理服务。4 路复合视频输入，单路复合视频输出，48 信道，时间精度小于 100 纳秒。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

发展迅速的汽车产业为中国的车载信息终端设备的推广应用提供了强大的市场，随着中国汽车产、销量的不断提升，相关产品应用前景广阔，利润可观。

知识产权情况

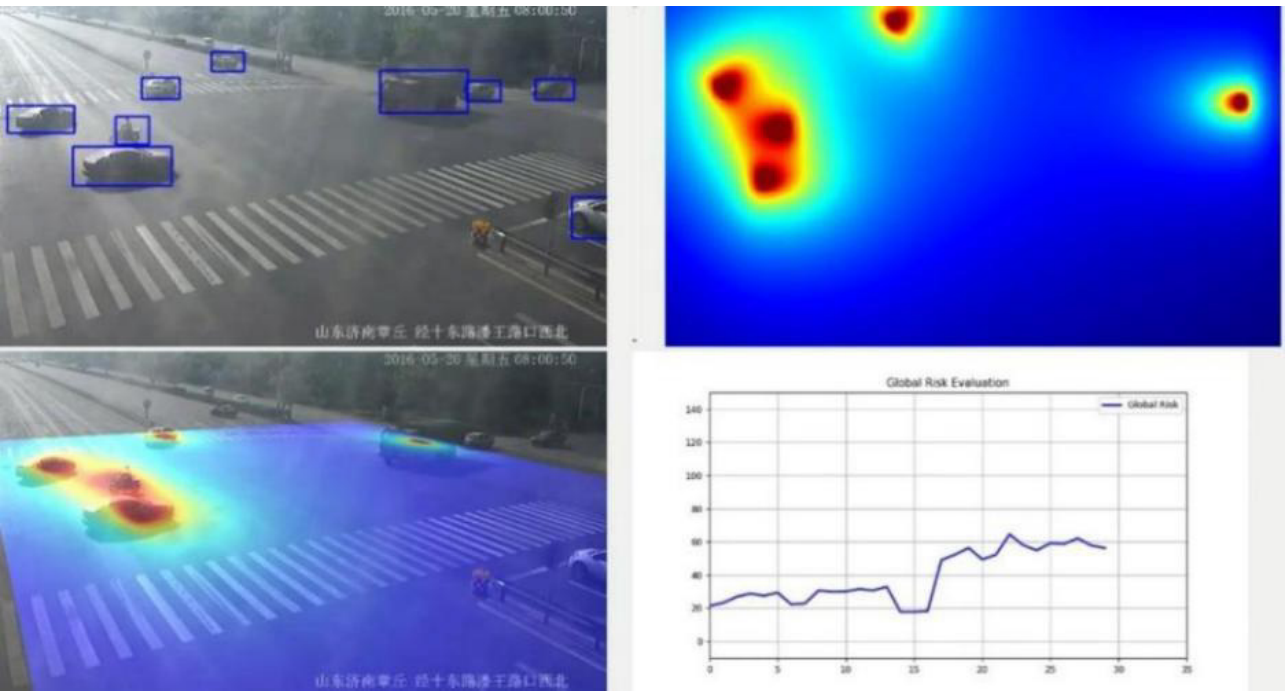
发明专利：应用于远程监控的电动车载终端数据传输方法、一种自动驾驶汽车的智能测试系统。软件著作权：新能源汽车车载终端软件 V1.0。

成果负责人	王勇	职称 / 职务	副研究员 / 主任	手机	13656409720
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

复杂交通环境下的行车风险量化评估方法

成果简介

从交通风险产生的本源出发，分析提取交通要素属性，揭示了人 - 车 - 路对行车风险的影响机理；建立行车风险扩散理论，揭示风险演变规律，建立风险扩散模型，提出行车风险动态辨识方法；以人 - 车 - 路相互耦合的交通系统作为研究对象，构建综合风险辨识与量化评估模型，实现复杂场景下的风险动态定量辨识。



核心技术及指标

在行车风险量化方法的基础上，建立人 - 车 - 路闭环系统的行车安全场数学模型，对交通系统的风险态势进行量化评估。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

车辆危险行为会影响相邻车辆行车安全，并逐渐对整个交通流的安全和效率造成影响。对交通系统的风险态势进行量化评估，为目标车的决策提供依据。

知识产权情况

发明专利：一种用于自动驾驶测试场的无人测试车平台及方法。

成果负责人	王勇	职称 / 职务	副研究员 / 主任	手机	13656409720
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

核辐射环境下探测与作业机器人

成果简介

通过引进国外核辐射探测技术与机器人辐射防护技术，研制了核辐射环境下探测与作业机器人，采用六轮车体设计，负载大，越障能力强，配备有双摄像系统，自主探测核放射源方位，并配备有 6 轴机械手灵活遥控作业，实时快速探测核辐射剂量。

核心技术及指标

成果拥有核辐射探测技术与机器人辐射防护技术、六轮车体自主移动与远程交互技术，实现 360 度远程监视，通讯距离 200 米以上，定位精度 $\pm 5^{\circ}$ 。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该机器人技术可广泛应用于核技术行业放射源探测与事故处置、核电站行业探测作业及核设施退役以及军方核生化反恐等领域。

知识产权情况

发明专利：一种放射源探测及处置机器人车架底盘、机器人及应用，一种摇臂弹性悬挂机构及系统。



成果负责人	肖永飞	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13864073036
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

机柜火灾早期预警和无损抑制系统

成果简介

针对数控中心机柜等重要空间，通过开展空气采样火灾探测关键技术、火灾无损抑制关键技术研究，提高火灾极早期探测的灵敏度和可靠性，研制新型清洁灭火剂、新型早期火灾探测装置、快速响应药剂喷射装置等，解决了现有灭火技术对精密仪器设备等腐蚀或污染问题，将高灵敏性光电检测技术与无损抑制技术一体化，实现针对数据中心机柜等重点小空间的火灾无损保护。

核心技术及指标

系统专为标准机柜设计，尺寸 1U，能够不影响机柜正常运转实现安装。灭火剂为新型环保无腐蚀药剂，采用高压推进喷射技术将液态灭火剂快速雾化且完全覆盖整个空间，将机柜火灾遏制在初级阶段。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

系统可以军民两用，可连续监测并有效熄灭机柜内部由于短路、过载过热、线路老化等事件引起的初期火灾，具有重大社会经济意义。

知识产权情况

发明专利：一种光电感烟烟雾探测暗室。

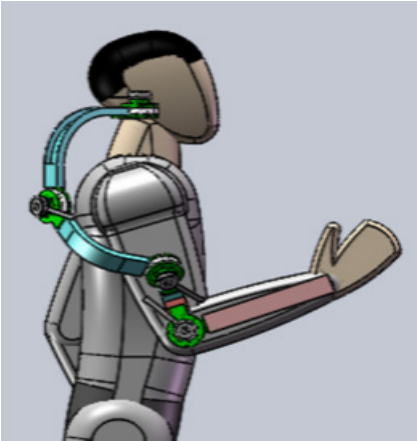


成果负责人	刘建翔	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13589131833
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

可穿戴上肢外骨骼系统

成果简介

该系统融合了生物、传感、信息融合、控制以及运动计算等关键技术，在为人类提供支撑、保护和辅助的同时，增强常人的力量、速度、负重和耐力等生理机能，进而辅助操作者完成以往无法完成的任务或工作。



核心技术及指标

该系统融合了生物、传感、信息融合、控制以及运动计算等关键技术。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

在为人类提供支撑、保护和辅助的同时，增强常人的力量、速度、负重和耐力等生理机能，进而辅助操作者完成以往无法完成的任务或工作，在康复、医养等行业有良好的应用前景。

知识产权情况

发明专利：一种增力型穿戴机器人肩部机构。

成果负责人	肖永飞	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13864073036
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

雷达流速监测系统

成果简介

雷达流速监测系统适用于江河、湖泊、潮汐、水库闸口、地下水管网、灌渠等水位、流量和雨量测量。该设备能够准确地预警山洪暴发、突发性暴雨洪水等，从而保障人们的人身与财产安全。

雷达水文监测系统可远程监测河道、灌渠、地下排水管网、湖泊、水库、和地下水等水文参数进行实时监测，监测内容包括水位、流量和雨量测量等的实时水文状况及时掌握河流水源变化情况并及时预警洪涝事故。

核心技术及指标

测量范围：0.1m/s~12m/s。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该设备能够准确地预警山洪暴发、突发性暴雨洪水等，从而保障人们的人身与财产安全。

知识产权情况

发明专利：一种多普勒雷达水流测速的方法及装置。



成果负责人	李向东	职称 / 职务	高级工程师 / 主任	手机	13031702020
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

路口交通雷达

成果简介

路口交通雷达可以实时的对交通路口的主路和支路进行监控，可以准确的获取车辆的位置、速度、回波能量等数据，及时准确的触发摄像头进行抓拍违章现象。



核心技术及指标

探测距离：≥ 40m。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

路口交通雷达可以实时的对交通路口的主路和支路进行监控，准确的获取车辆的位置、速度、回波能量等数据，及时准确的触发摄像头进行抓拍违章现象。

知识产权情况

发明专利：一种雷达监测交通违章的方法及系统，

软件著作权：雷达路口监测软件系统。

成果负责人	李向东	职称 / 职务	高级工程师 / 主任	手机	13031702020
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

煤矿井下探测巡检机器人

成果简介

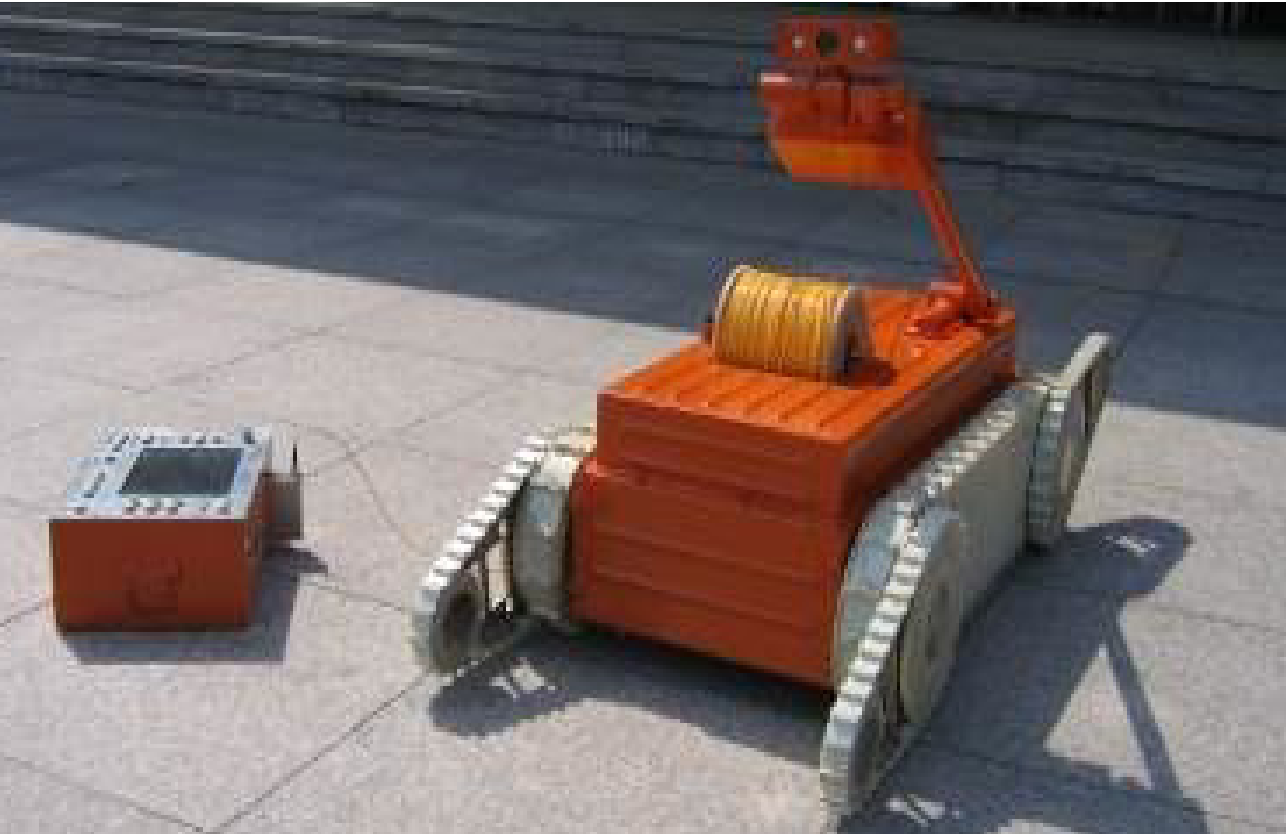
煤矿井下探测巡检作业机器人适用于井下回采工作面、回风巷、井筒、巷道等作业环境，具备自主移动、定位、图像采集、智能感知、预警、人机交互等功能，实现设备运行工况检测、设施状况诊断、危险气体浓度分布、环境温度等监测，具有较强的越障能力和环境适应力，同时可配备关节机械手实施井下遥控作业。

核心技术及指标

拥有煤矿井下环境作业机器人防爆构型、复杂路况下机器人运动构型、高精度定位导航等多项核心技术，样机满足相关防爆电气设备标准，可感知氧气、甲烷等气体浓度，机器人通讯距离≥ 200 米，行走速度≥ 1m/s 。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

煤矿井下探测巡检作业机器人在煤矿常规安全巡检作业中形成示范，经过功能完善及优化，实现危险气体巡检机器人的产品化，有望在大型煤矿广泛应用。



知识产权情况

发明专利：一种基于深度视觉信息的探测机器人跟随方法及系统。

成果负责人	肖永飞	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13864073036
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

太赫兹材料电磁特性测试系统

成果简介

太赫兹材料电磁特性测试系统以矢量网络分析仪为核心采用自由空间法准光光路构建，适合测量、分析多种板状材料的毫米波、太赫兹波介电常数及磁导率，满足车载雷达饰板材料、航空复合材料等电磁特性分析的需要。



核心技术及指标

材料的毫米波、太赫兹波介电常数及磁导率的测量及分析技术。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

材料的电磁特性决定是否对本频段工作的雷达造成干扰，随着雷达工作频率的提升，准确测量材料高频电磁特性越来越重要。

知识产权情况

发明专利：基于太赫兹自由空间法的样品介电特性测试装置和方法。

成果负责人	王忠民	职称 / 职务	副研究员 / 主任	手机	13969070215
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

太赫兹动态煤仓煤位监测雷达

成果简介

太赫兹动态煤仓煤位监测雷达利用太赫兹雷达信号的高穿透能力和高指向性（准光特性）、宽带宽的优势，实现对目标体的高精度测量，其最高精度达到毫米级。



核心技术及指标

目标体高精度测量，最高精度达到毫米级。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前实验室所研制的太赫兹雷达能够满足工业领域的罐体、仓体内的固体颗粒、粉末或者液体高度的测量，可用在井上、井下煤仓中煤位自动高精度实时监测，粮食仓储自动测量，河道水位的实时监测等场景。

知识产权情况

发明专利：距离补偿的多输入多输出阵列毫米波三维成像装置及方法。

成果负责人	王忠民	职称 / 职务	副研究员 / 主任	手机	13969070215
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

特定区域内无人驾驶解决方案

成果简介

特定区域内无人驾驶完整解决方案，包括路径规划、障碍识别、决策控制等自主产权技术，并面向畜牧养殖业、农业、工厂园区等领域需求，开展饲料自动投放车、无人驾驶农机、自动接驳车、工程巡检机器人等工程化技术研究工作。

核心技术及指标

提出了一种基于低成本传感器的特定区域智能车无人驾驶方案，融合相关算法，提高了车辆定位的精度和鲁棒性，定位误差 ≤ 5 厘米。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

有助于实现无人驾驶技术在厂区、园区、港口等特定应用场景下落地，实现区域内无人化和智能化，节省运营成本，具有重要的现实意义和广阔的应用前景。

知识产权情况

发明专利：一种自动驾驶动态测试方法及装置、无人驾驶车辆认知交通指挥手势能力的测试系统方法及方法、无人驾驶车辆交通标志视觉检测及响应综合测试系统和方法。



成果负责人	王勇	职称 / 职务	副研究员 / 主任	手机	13656409720
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

先进驾驶辅助系统（ADAS）

成果简介

应用机器视觉、毫米波雷达、多传感器融合等先进驾驶辅助系统关键共性技术，开发了车道偏离预警、全景可视化辅助泊车、视觉与雷达融合传感等先进驾驶产品。



核心技术及指标

成果拥有适用于车载的小型化雷达的结构设计、毫米波雷达、多传感器融合等多种技术，在不同车型、不同路况下进行了测试和标定。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适应中国市场的先进驾驶辅助系统采用主动安全技术能够降低交通事故发生的可能性，改善驾驶员的行车安全，对我国整个汽车行业及汽车电子行业具有明显的提升作用，将提升我省汽车产业的升级，具有显著的经济和社会效益。

知识产权情况

发明专利：一种单目测距辅助泊车系统及方法，自动驾驶车辆测试系统与 AEBS、FCWS 测试方法，一种针对自动驾驶车辆换道能力的测试道路、系统及方法。

软件著作权：车辆紧急制动辅助控制系统 [简称：AEB 控制系统]V1.0

成果负责人	王勇	职称 / 职务	副研究员 / 主任	手机	13656409720
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

新型火灾探测技术

成果简介

基于红紫外光电、数字图像处理等技术的应用，致力于火焰、可燃和有毒气体、烟雾探测技术研究及产品开发，研制出多款中高速响应火焰及气体探测装置及大空间自动跟踪射流灭火系统，大空间自动跟踪射流灭火系统可自主探测定位着火点，实现自动灭火。



核心技术及指标

攻克了兼顾灵敏性和可靠性的新型火灾探测技术。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

高可靠性、智能化、快速响应的新型火灾探测技术是火灾探测领域的研究热点和发展趋势，对保护易燃易爆区域、大型公共建筑、森林、地下设施等特殊场所的消防安全具有重大社会经济意义。

知识产权情况

发明专利：一种吸气式烟雾探测气室结构及方法。

成果负责人	刘建翔	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13589131833
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

巡检机器人

成果简介

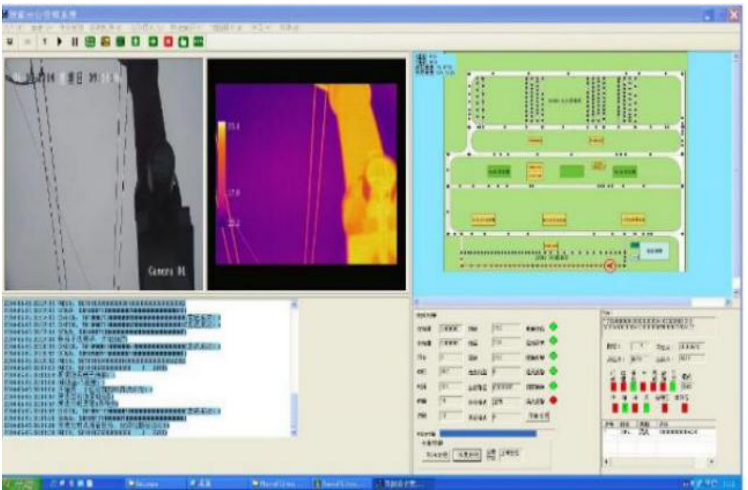
巡检机器人可以实现实时运动控制及高速数字量采集、实时运算和机器人任务自主规划、数据库管理。机器人具有自主充电、自动唤醒、自主导航定位等功能，具有室外检测、远程移动视频监控和室内遥控自主操作探测作业。

核心技术及指标

行进速度：0-1.50 m/s；
通讯有效距离：大于 100m；
爬坡能力：大于 15°；
工作时间：满电大于 10h；
行走精度：±20mm；
停靠：可设置多个站点自动停靠放行；
停车精度：±10mm；
引导方式：磁带引导；
充电方式：自主充电。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

巡检机器人通过搭载不同的设备可用于工业物流、生产线加装搬运、消防作业、石油存储外部监测、电力巡视检测、野外探测、军事等多种领域。



知识产权情况

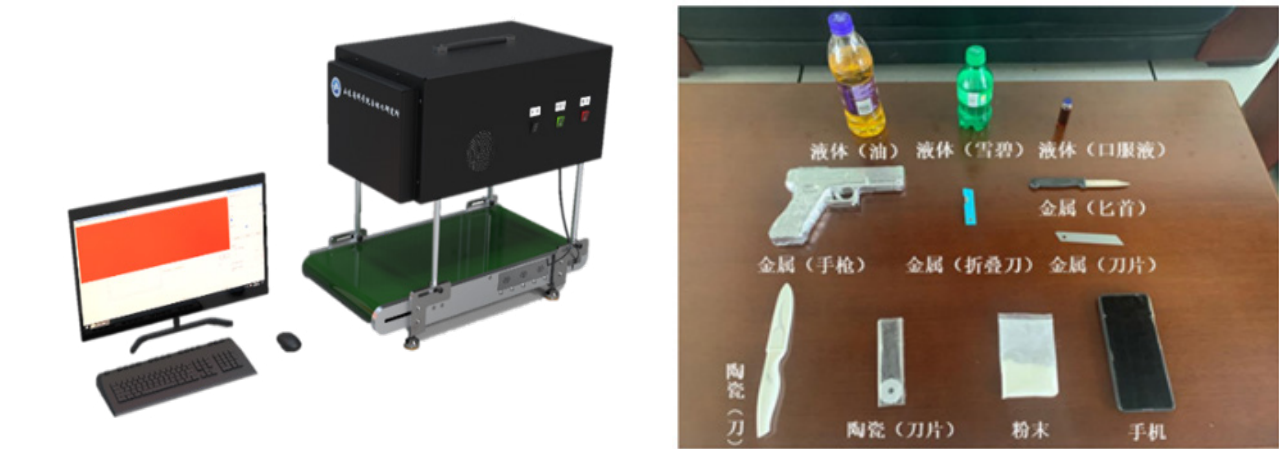
发明专利：一种自动行走装置柔性充电对接机构

成果负责人	肖永飞	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13864073036
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

智能便携式太赫兹成像仪

成果简介

智能便携式太赫兹成像仪主要利用被检测物对太赫兹波具有不同的透射特性，从而呈现不同的成像特性，可以做到在不开包的情况下检测金属物品、陶瓷刀、粉末状爆炸物、粉末状毒品等多种违禁品，可通过显示器上物品的颜色和形状，分辨出违禁品。



核心技术及指标

多种违禁品的高精度检测。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前实验室所研制的智能便携式太赫兹成像仪可以应用于机场检查站、火车站和地铁、安全区域、公共场所、贵宾地点、重大活动、海关检查站、边境口岸、工业区入口等场景。

知识产权情况

发明专利：一种太赫兹连续波快速精准扫描系统及方法

成果负责人	王忠民	职称 / 职务	副研究员 / 主任	手机	13969070215
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

智能车测试基础平台

成果简介

无人驾驶的测试车公共测试车平台可满足自动驾驶车辆在各种工况下感知及决策控制功能的测试需求，可综合检测自动驾驶汽车的整体智能化水平以及安全性，为实现自动驾驶车辆的商业化推广提供核心测试技术支撑。

核心技术及指标

拥有完全自主知识产权，填补国内外自动驾驶测试车技术空白多传感器信息融合感知、实时地图构建技术以及车辆网通讯技术，可实现车辆位置和运动状态信息实时采集，填补国内外自动驾驶测试车技术空白。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

测试车平台可满足自动驾驶车辆在各种工况下感知及决策控制功能的测试需求，可综合检测自动驾驶汽车的整体智能化水平以及安全性，为实现自动驾驶车辆的商业化推广提供核心测试技术支撑。

知识产权情况

发明专利：一种智能网联车测试平台、一种用于智能网联车测试的测试车控制方法、一种可更换外壳的自动驾驶测试车、一种驼负式底盘装置及测试用行人模拟系统。

成果负责人	王勇	职称 / 职务	副研究员 / 主任	手机	13656409720
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				





第五部分
生物工学部

Part 5
FACULTY OF BIOENGINEERING



生物工程学部

学部简介

齐鲁工业大学（山东省科学院）生物工程学部可追溯至 1948 年创建的胶东工业学校时期的酿造工艺专业，已经历了七十余年的发展。在校（院）深度融合发展新形势下，2021 年 10 月生物工程学院与山东省科学院生物研究所融合成为现在的生物工程学部。

科研创新方面拥有分析生物化学研究室、药物筛选研究室、食品生物技术研究室、工业微生物研究室、微生物药物研究室 5 个研究室和 1 个科技成果转化中心；生物合成高分子聚合物课题组、制浆造纸酶学科研发团队、微生物系统生物学科研发团队、农业与健康生物技术研究所、植物生物技术科研团队、生物制药工程研究所、生物医学工程科研团队、葡萄与葡萄酒科研团队、微生物与免疫科研团队、香气化合物生物合成科研团队、中德啤酒技术中心 11 个科研团队；教学方面拥有生物工程、生物技术、酿酒工程和酿酒工程（中外）4 个本科专业，生物学一级硕士学位授权点，生物与医药硕士专业学位授权点。

学部现有教职工 169 人，其中博士 117 人。正高级专家 31 人，副高级专家 63 人。国务院特贴专家 1 人，泰山学者青年专家 3 人，泰山产业领军人才 6 人，山东省有突出贡献的中青年专家 2 人。

学部实验室面积 13700 余平方米，教学科研仪器设备总值 8300 余万元。拥有“生物基材料与绿色造纸国家重点实验室”“国家海参加工技术研发分中心（威海）”“山东省生物传感器重点实验室”“山东省微生物工程重点实验室”“生物检测技术山东省工程研究中心”“山东省人类疾病斑马鱼模型与药物筛选工程技术研究中心”“中国轻工业微生物发酵工程重点实验室”“山东省生物传感器技术研究推广中心”“山东省海洋功能食品技术创新中心”“山东省院士工作站”和“山东省生物工程实验教学示范中心”等省部级以上平台 11 个。

先后获得国家科技进步二等奖 2 项，国家发明奖 2 项，山东省技术发明一等奖 1 项，省级科技进步奖 53 项。近五年，承担国家重点研发计划、国家自然科学基金等国家级项目 40 余项，山东省重大科技创新工程、省自然科学基金等省部级项目 96 项，发表 SCI/SSCI/EI 收录论文 590 余篇，授权发明专利 340 余项，科研及服务为企事业单位创造效益近 40 亿元。

学部大型仪器设备简介

生物分子相互作用分析仪

仪器简介

定量计算生物分子结合的亲和力和动力学，用于生物传感器、气体传感器、食品安全、环境监测、免疫响应等领域。

全自动，内置自动进样器独立检测通道（FlowCell）≥ 4 个，可独立、串 / 并联使用，可同时平行检测至少 3 种不同样品。

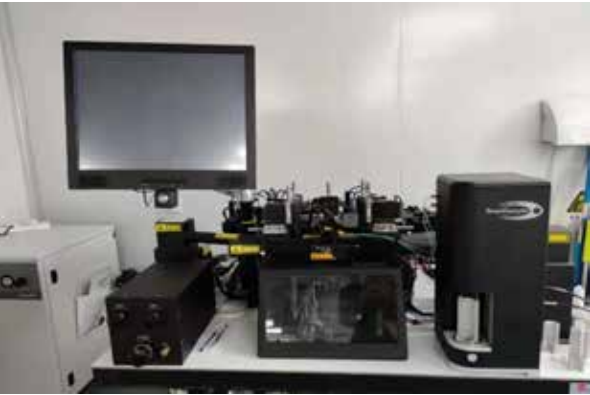


超速流式细胞分选系统

仪器简介

对细胞或生物颗粒进行多参数的、快速的定量分析和分选。分析细胞表面标志，细胞内抗原物质，细胞受体，肿瘤细胞的 DNA、RNA 含量，免疫细胞的功能。

型号 MoFloXDP；检测颗粒范围：0.5um-50um；分选速度：>70,000events/sec；分选纯度：>99%，在任何分选速度下。



气质联用仪

仪器简介

质谱法可进行定性分析，色谱法可分离分析有机化合物，两者结合可对复杂有机化合物进行高效定性、定量分析；

安捷伦 7890B-5977B，液体进样量范围介于 0.1-50μL 之间；质量数范围：1.6-1050amu；最大扫描速率：2000amu/s。



氨基酸分析仪

仪器简介

用于测定蛋白质、肽及其他药物制剂的氨基酸组成或含量，18 种蛋白水解氨基酸标准分析。

日本日立 L-8900，采用高压（全体积）直接进样方式，可实现 0-100μL 任意体积直接进样，样品盘位数 200 位；采用消象差凹面衍射光栅分光，检测波长；固定双波长 570nm 和 440nm。



根瘤菌菌剂

成果简介

根瘤菌是一类广泛分布于土壤中的革兰氏阴性细菌，能与大豆、花生、苜蓿等豆科植物根茎形成根瘤或茎瘤，将空气中的氮素固定为植物可吸收利用的氨，从而促进作物生长，并在土壤肥力的改良和保持中发挥重要作用。研究发现，根瘤菌与豆科植物之间有复杂的共生匹配性，在特定环境条件下，根瘤菌会与宿主植物协同进化，优良菌种多来自于宿主植物种植的同一地区。因此，靶向地筛选适合区域土壤条件和豆科作物的根瘤菌及其应用是豆科作物种植中减肥增产的有效措施。

本技术采用自行构建和优化的根际微生物分离筛选流程，以土悬液稀释涂布、土悬液植物捕获、以及土体植物捕获三种方式，富集和分离根瘤菌，含菌株分离、菌种鉴定、回接筛选、理化分析四个步骤，能够有针对性、高效率地筛选根瘤菌菌株。通过生理生化实验和盆栽实验验证菌株的促生功能，优化发酵工艺，研制含根瘤菌的微生态制剂。该技术前期已在耐盐碱大豆中应用，筛选到一株费氏中华根瘤菌 DY23-9，菌种保藏编号 CGMCC No.23670，已授权国家发明专利 ZL202111604132.1，经配方优化和中试发酵后制成微生态制剂，能够有效促进盐碱地大豆结瘤和生长，达到促生增产的效果，具有很好的开发应用前景。

核心技术及指标

1. 本技术从豆科作物种植基地原位采集健康的根际土菌源，通过特定作物根系招募和富集根瘤菌，菌株分离后通过回接筛选，并在典型土壤条件下验证菌株的功能，保证根瘤菌对豆科作物的靶向性和在种植环境中发挥功能的稳定性。
2. 筛选的根瘤菌菌株环境适应性较强，可在温度 14℃~35℃、盐浓度 0.01%~2%、pH 7~11 环境下生长繁殖；具有促生潜力，可固氮解磷，并能产 ACC 脱氨酶和 IAA 生长素。（3）菌株能够与耐盐碱大豆高效匹配，经发酵配方优化，已在 200 L 中试发酵罐中生产，保持溶氧量 90% 以上，28℃恒温发酵 72 h，活菌数可达 200 亿 cfu/mL，可供大豆种植使用。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

通过根瘤菌的应用，能够促进豆科作物形成根瘤，实现生产不用或少用氮肥，减少氮肥用量，提高氮肥利用效率，促进豆科作物增产，达到节本增收的目的。连续四年开展大田施用实验，优化施用技术，使耐盐碱大豆在自然雨养条件下产量增加 10%~15%。施用根瘤菌使耐盐碱大豆根际微生物区系中与耐盐和解磷相关的功能基因丰度增加，表明根瘤菌通过提高根际微生物耐盐性和解磷效率等改善土壤养分和提高大豆产量。

根瘤菌的应用还可以减少环境污染并提高土壤肥力，保障农业及环境的可持续发展。近年来我国积极推广玉米大豆带状复合种植，挖掘大豆种植潜力，调高大豆供给水平，2022 年仅山东玉米大豆带状复合种植面积就已达 166.5 万亩。同时，长期的农化种植模式正在向绿色生态种植模式转变，植物促生菌剂等微生态产品的需求与日俱增，根瘤菌与豆科植物之间形成的共生固氮体系具有高效、无污染的特性，具有重要的经济价值。

本项目研制的含根瘤菌的微生态制剂，能够有效促进盐碱地大豆结瘤和生长，达到促生增产的效果，具有很好的开发应用前景。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，申请专利 1 项，授权专利 1 项。

成果负责人	郑泽慧	职称 / 职务	助理研究员	手机	13401052549
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

木霉菌菌剂

成果简介

我国是一个农业大国，也是化肥生产和消费大国。目前，许多地区化肥过量、盲目施用，不仅造成浪费资源的浪费，还导致耕地土壤板结酸化、病虫害加剧、农产品品质下降以及环境污染等。因此，开发绿色无污染肥料是我国的重要发展战略，研发替代肥料、实现化肥减量是达成这一战略的保障，是促进节本增效、节能减排的现实需要，对保障国家粮食安全、农产品安全和农业生态安全具有重要意义。本项目通过菌株、工艺的全方位突破，可以实现综合技术的升级，实现生物有机肥料的高效生产，有望突破有机类肥料产品品质、功能限制，为我国农业绿色发展提供重要的科技和产品支撑。

本技术负责人及团队多年来从事固体有机废弃物资源化利用及土壤改良技术等研究工作，在农业固体废弃物好氧发酵菌种、工艺优化、有机肥研发、微生物资源挖掘等方面建立了成熟的技术体系。目前已经完成木霉从分离筛选、基因挖掘、植物互作、代谢分析、大田验证、到最后工业生产的全链条分析；通过木霉厚垣孢子发酵技术，实现功能微生物由细菌到真菌的换代升级；建立了利用秸秆发酵生产木霉全元生物有机肥的生产线；在山东（济宁、淄博、东营、潍坊、日照）、新疆、吉林等地布置核心田间试验点，开展了生物有机肥部分替代化肥田间应用效果研究。通过生物有机肥产品和替代技术开发，实现有机类肥料产品的全面升级换代，在减肥增效、节能减排、增产增收方面效果显著，具有良好的开发应用前景。本项目采用的有机肥研制技术处于国际先进国内领先；涉及到的微生物菌种的开发和化肥替代技术，均为团队长期研究的重点领域。

核心技术及指标

1. 筛选获得一株具有良好促生、产酶、抗逆和产孢特性的绿色木霉，菌种保藏号为 CGMCC No. 16800，已授权国家发明专利。
2. 木霉菌采用全液体发酵技术：发酵周期 6 天，厚垣孢子形成率≥ 90%，活菌数≥ 10×10⁸ cfu/mL；杂菌形成率≤ 5% 的情况下，10℃保藏，60 天内存活率≥ 80%；菌种采用 -80℃保藏，可保藏 2 年。
3. 利用秸秆发酵生产的木霉全元生物有机肥，在减肥增效、节能减排、增产增收方面效果显著，具有良好的开发应用前景。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

通过木霉菌剂的研发，打破产学研过程中存在的各个壁垒。达到上游：科研单位和高校共同开发商品新型多功能生物有机肥菌种和工艺技术；中游：企业在科研工作者的协助下完成标准化新型多功能生物有机肥的中试生产；下游：示范基地开展木霉多功能生物有机肥替代化学肥料的施用技术开发和示范推广。最终形成产学研的紧密结合，将农业科技成果落实到实际生产中。

本技术通过菌株、工艺的全方位突破，实现综合技术的颠覆性升级，不仅实现了有机类肥料的高效生产，也突破了有机类肥料产品品质、功能的限制，整体实现工业化放大生产的需求。其中单纯的木霉菌剂，在全国也被农户高度认知、认可，但是产品的稳定性差、价格高，施用过程不稳定等因素限制了其推广应用，而木霉厚垣孢子产品以其高度的环境适应性、耐储存、施用过程稳定，同时也是行业内颠覆性产品，一经推出，必将全面占领国内外市场缺位，市场前景广大。

知识产权情况

授权专利 14 项、国际专利 5 项；山东省地方标准立项 2 项、企业标准颁布 1 项；协助企业获得肥料登记证 6 项；获得肥料替代技术 9 项。

成果负责人	郝永任	职称 / 职务	高级工程师	手机	13205311480
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

大蒜多糖、黑蒜多糖的提取及其产品研发关键技术

成果简介

大蒜在医药和食品方面有着悠久的历史，黑蒜是新鲜大蒜的发酵产物。大蒜具有抗氧化、抗肿瘤、降血糖、保护肝脏等多种功效，而发酵后的黑蒜作为大蒜的一种深加工产品，不仅保留了大蒜的部分营养成分和功效，更赋予了它更多的保健功能。黑蒜具有广泛的生物活性，如抗氧化、润肠通便、抗癌、降糖、降血脂、抗炎、保肝和免疫刺激活性等。

黑蒜的发酵主要涉及一系列复杂的化学反应，包括大分子糖类物质的降解，美拉德反应，含硫化合物的形成等。糖类物质的变化是黑蒜发酵过程最显著的特征之一，鲜蒜发酵为黑蒜后多糖、还原糖等可溶性糖类物质的含量显著上升。多糖是大蒜、黑蒜的主要活性成分之一，提取大蒜、黑蒜多糖并研究其生物学活性对于提升大蒜、黑蒜的精深加工水平，促进大蒜产业的高质量发展具有深远意义。

核心技术及指标

1. 大蒜、黑蒜多糖高效提取技术及工艺；
2. 大蒜、黑蒜多糖产品研发；
3. 大蒜、黑蒜多糖质量评价、功能活性评价关键技术；
4. 黑蒜多糖饮品生产线工艺。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

大蒜种植业是我国的传统产业，如何延长大蒜产业链，提高产品附加值是大蒜产业急需解决的问题。大蒜口感辛辣，虽然黑蒜的蒜臭味及辛辣味大大降低，但是仍有部分消费者不易接受残留的蒜味。提取大蒜、黑蒜中的多糖有效成分，将其加工为黑蒜保健品，将大蒜由调味品升级为保健食品，是延长大蒜产业链的有效途径之一。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 2 项。

成果负责人	郑岚	职称 / 职务	副研究员	手机	18769716820
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

发酵黄精多糖产品制备关键技术及产业化

成果简介

天然多糖源于自然界，资源丰富，具有优异的生物相容性、可降解性和生物学活性，应用前景广阔、市场需求量大、行业利润高，已广泛应用于生物医药、食品、化妆品等领域，成为 21 世纪生命科学新的研究热点和新兴产业。黄精为百合科黄精属多年生草本植物，又名老虎姜、鸡头参，在我国已有两千多年的栽培历史。黄精多糖是黄精中主要且含量最多的活性成分，含量高达 22%，具有抗氧化、抗疲劳、抗肿瘤、增强免疫力、提高记忆力、降血脂、降血糖、抗炎、抗病毒、抗菌等生理功能。近年来，通过微生物发酵法制备生物活性多糖引起人们广泛关注。经发酵加工后，不仅能提高多糖产量，缩短生产周期，降低生产成本，还可以起到增强多糖活性的作用。

核心技术及指标

本项目将以黄精为原料，采用发酵工艺制备高活性的黄精多糖，开发规模化发酵过程关键参数检测与优化控制工艺，突破多糖高效生物转化、高活性多糖制备的共性技术瓶颈。同时，建立多糖制备、功能评价、质量控制等标准化生产工艺和操作规程，开发高活性多糖功能产品。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

在黄精精深加工方面，目前已开发出黄精系列产品，如黄精酒、黄精茶、黄精冲剂、黄精口服液、黄精胶囊等，但大部分产品处于初级加工阶段，

黄精多糖的价值没有得到充分利用。本项目以提高黄精多糖活性为目标，通过发酵过程的实时检测及过程精准控制，保障多糖产品组分和分子量分布的稳定性，提升高活性黄精多糖产品的产业化水平。目前未见同类高活性多糖产品进行产业化生产。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 3 项。

成果负责人	郑岚	职称 / 职务	副研究员	手机	18769716820
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

功能多糖饮品生产关键技术

成果简介

多糖，又称为多聚糖，是一类 10 个以上单糖分子缩合而成的天然大分子物质，由醛糖或（和）酮糖通过糖苷键连接而成，是构成生命的四大基本物质之一，参与维持生命活动的多种生理功能。近年来，随着分子生物学、细胞生物学、临床医学和药理学技术水平的发展和研究的不断深入，越来越多的实验证明多糖有着极高的药用价值，是一种优良的免疫调节剂。基于多糖的免疫调节功能和激活多种免疫反应的能力，多糖更有着抗肿瘤、抗病毒、抗氧化、保护肝脏、抗辐射等广泛的生物学功效。并且，多糖类活性物质对机体的干扰非常小，几乎没有毒副作用。这一优良特性使得多糖可以很好的应用于功能食品领域。本项目对香菇多糖、灰树花多糖、香菇多糖等多种药食同源多糖的生物学活性进行分析，利用中药配伍原理制备具有提高免疫力、抗疲劳、美容养颜等明确功效的复合多糖饮品。该多糖系列产品质量稳定、功效显著，已经获得市场认可。

核心技术及指标

掌握多糖原料制备、多糖原料质量评价、多糖饮品生产线工艺、多糖饮品质量标准建立等关键技术。构建完成多糖饮品理化指标及功效指标评价体系。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

随着经济社会的发展，人们的健康意识不断提高，对功能食品的需求持续上升，功能食品行业获得快速发展。人们对天然功能食品质量的要求越来越高，有益于人们健康的天然无污染、安全、优质、营养的天然功能健康食品已成为时尚，尤其是具有一定生物学活性的天然功能食品越来越受到人们的青睐。该项目附加值高，市场前景良好，将产生显著的经济效益。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 5 项。

成果负责人	郑岚	职称 / 职务	副研究员	手机	18769716820
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

猴头菇锌多糖的液体发酵生产工艺技术

成果简介

锌是人体必需的微量元素之一，但是锌元素不能在体内合成和储存，只能通过每天补充获得，而每天在膳食中获得的锌元素往往不能满足人们的生理需要。据报道，世界上约一半的人口面临锌摄入量不足的风险。缺锌引起的营养失衡问题是目前世界上面临的主要营养健康问题之一。

食药菌真菌—猴头菇具有富集微量元素的作用，可以通过生物转化将锌元素从无机态锌转变为有机态锌。有机态锌更利于人体吸收利用，并且猴头菇锌多糖兼有猴头菇多糖和有机锌两者的生物学功能。本项目对猴头菇进行富锌液体深层发酵培养，优化液体发酵工艺，获得结构可控的猴头菇锌多糖。探索猴头菇锌多糖的生物学活性，研发生物学活性明确的锌多糖保健产品。

核心技术及指标

1. 猴头菇富锌液体发酵工艺；
2. 猴头菇菌丝体锌多糖的最优提取纯化工艺；
3. 猴头菇菌丝体锌多糖相关产品（保健品、食品、饲料、化妆品等）的生产工艺。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目符合“健康中国 2030”规划纲要中提出的“深入开展食物（农产品、食品）营养功能评价研究，重点解决微量营养素缺乏问题”的指导思想。可以应用于保健品、食品、饲料、化妆品等领域。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 3 项。

成果负责人	郑岚	职称 / 职务	副研究员	手机	18769716820
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

玫瑰精油废弃物多糖的提取及其综合利用关键技术

成果简介

目前，玫瑰产业正在蓬勃发展，玫瑰花产品包括玫瑰干花蕾、玫瑰花酱、玫瑰花香、玫瑰花饼等玫瑰花初加工食品，以及玫瑰精油、玫瑰细胞液、玫瑰水以及以此为原料进一步深加工而成的玫瑰面膜、玫瑰精华液等玫瑰系列化妆品。分析可以发现，玫瑰花相关产品虽然种类较丰富，但是同时存在较多问题。玫瑰初加工食品的科技含量、技术含量和附加值较低，玫瑰多糖等功效成分没有进行生物学功效评价并研发为玫瑰保健产品，玫瑰的药用价值没有充分利用。玫瑰精油、玫瑰水以及以瑰精油、玫瑰水为功效成分的玫瑰化妆品是最主要的玫瑰深加工产品,但是玫瑰精油及玫瑰水的得率很低,其余玫瑰精油、玫瑰水加工副产物玫瑰蒸煮渣均被丢弃或者制作为肥料。玫瑰花作为一种珍惜资源，每年仅仅 4-5 月份开花，玫瑰精油、玫瑰水提取工艺副产物—玫瑰蒸煮渣含有玫瑰多糖等玫瑰水溶性功效成分，其被丢弃或作为肥料无疑是玫瑰资源的极大浪费。据报道，植物多糖不仅仅具有营养生理功能，更具有特殊的生物学活性。玫瑰多糖是玫瑰花的主要活性成分，本项目将玫瑰多糖从玫瑰花及玫瑰精油加工废弃物中提取出来，明确玫瑰多糖的功效，研发以玫瑰多糖为主要功效成分的玫瑰功能性食品、玫瑰保健食品及玫瑰化妆品。本项目的实施是提高玫瑰花利用率，提升玫瑰附加值，延长玫瑰产业链的有效途径。

核心技术及指标

1. 玫瑰多糖高效提取技术及工艺；
2. 玫瑰多糖产品研发；
3. 玫瑰多糖质量评价、功能活性评价关键技术。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

玫瑰在我国广泛种植，山东、甘肃、云南、新疆是我国的玫瑰主产区，玫瑰的种植面积逐年升高。每年将产生大量的玫瑰精油加工废弃物亟待利用。玫瑰多糖为玫瑰活性提取物，具有极高的经济价值，并且提取工艺简单，附加值高，可进一步研发为保健食品及化妆品。

知识产权情况

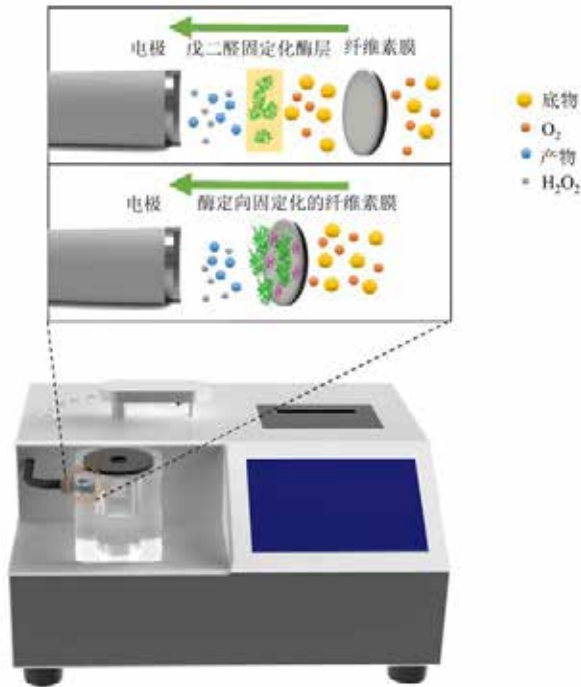
本成果具有自主知识产权，授权发明专利 4 项。

成果负责人	郑岚	职称 / 职务	副研究员	手机	18769716820
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

系列新型融合氧化还原酶传感元件

成果简介

酶电极生物传感器是生命信息探测和科学仪器研究的科学技术领域，在医学检验、食品分析、环境监测及工业控制等领域展现出广阔应用前景。但是酶电极生物传感元件的稳定性差是目前不同应用场景面对的共同难题。在有限面积的酶分子固定载体上，最大限度的增加具有正确活性取向酶分子的负载量是提高酶电极传感器稳定性的关键。基于碳水化合物结合模块（CBMs）对纤维素的特异亲和吸附特性，从分子水平上进行了系列氧化还原酶（葡萄糖氧化酶、乳酸氧化酶、尿酸氧化酶、丙酮酸氧化酶、甘油激酶、3-P- 甘油氧化酶、胆碱氧化酶、胆固醇氧化酶、果糖基肽氧化酶）分子元件的定向设计，利用基因重组表达技术将酶分子与 CBMs 融合表达，并将 CBMs 融合酶通过 CBMs 特异亲和吸附于纳米纤维素载体膜修饰的电极表面，使其能够无需化学交联直接通过特异性亲和吸附结合在纤维素修饰的传感界面上，优化了酶传感元件的固定化手段，大大改善了固定化酶传感元件的性能，新型融合酶敏感元件的响应时间 <20s，同一种敏感元件的不同电极在相同浓度相同体积的葡萄糖溶液中电流响应差异 RSD ≤ 1.5%，且连续使用 15 天敏感元件信号强度 ≥ 85%，大大提高传感元件的稳定性、灵敏度等检测性能，将为融合酶设计及仿生生物传感元件研制提供新的理论及方法依据。



图．新型融合氧化还原酶传感元件传感模式图

核心技术及指标

- 融合氧化还原酶计算模拟设计技术；
- 融合酶与纤维素膜定向固定化表征技术；
- 融合酶传感元件电化学催化性能测定技术。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

建立酶电极生物传感器新型传感元件设计制备技术将成为打破我国优质传感器件长期依赖进口困局的关键。可实现生物传感器敏感器件的标准化、规模化制备，敏感元件成品稳定性高、均质性好、抗干扰能力强及成本低。同时，形成配套的生物传感器敏感器件质量表征体系及检验标准，可保障生物传感器核心器件标准化工艺的稳定商品化输出，创造稳定社会和经济效益。对满足生物医药、食品工业、农业和环境监测等领域对各种分析物（疾病代谢标志物、营养物质、作物病害标志物、环境污染物）的快速、灵敏、准确、即时测定需求具有重要意义。

知识产权情况

授权国家发明专利 4 项，申请发明专利 3 项，申请美国发明专利 1 项

成果负责人	公维丽	职称 / 职务	副研究员	手机	15264110812
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

玉米浸泡过程乳酸菌生长代谢调控与生产工艺优化

成果简介

山东是我国第一大玉米淀粉生产大省，玉米淀粉除供食用与加工食品外，更广泛的应用于纺织、造纸、医药、石油及化工等行业。在玉米淀粉生产中，浸泡是最重要的一道工序，浸泡效果的好坏直接影响淀粉成品和其他副产品的收率、质量和生产成本。传统的玉米浸泡普遍采用亚硫酸作为浸泡剂，在一定程度上造成了设备腐蚀、地下水污染、产品中亚硫酸残留等问题。为了适应现阶段玉米生产领域的发展要求，必须改良玉米浸泡工艺，实现玉米淀粉整体生产质量的提高，从而切实增强玉米淀粉生产领域的经济效益。

本成果以从玉米浸泡液中分离获得的嗜热乳酸菌 *Bacillus coagulans* 为研究对象，通过优化培养基和生化参数，对其发酵产乳酸工艺进行放大和优化，建立 2t 罐发酵工艺；同时将发酵液添加到玉米浸泡液中改进传统玉米浸泡技术，降低亚硫酸使用量，减少环境污染，提高玉米浸泡液的利用价值。

核心技术及指标

本成果解决了传统玉米浸泡工艺中亚硫酸带来的设备腐蚀、地下水污染、产品中亚硫酸残留等问题；建立了生物传感器分析与控制方法，实现了玉米浸泡工艺的精确控制，改变了行业中凭经验调整浸泡参数的做法；缩短了浸泡周期，降低了生产成本。具体指标如下：

- 建立了嗜热乳酸菌 *Bacillus coagulans* 2t 罐的发酵工艺，通过优化培养基配方和发酵参数，使产酸量在 10L 罐基础上进一步提高了 53.85%；
- 建立了中试生产规模的绿色湿法玉米浸泡工艺，基本实现了无亚硫酸绿色浸泡，最终浸泡液中的亚硫酸含量为 0.015%（工厂要求的排放标准为小于 0.03% 即可）。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本成果符合市场需求，市场前景广阔。我国作为世界农业大国之一，玉米淀粉产量占各类淀粉总量的 90%以上，年均递增 17%以上，年产量已超过 2500 万吨，居世界第一位。近年来，玉米深加工产业环境污染的治理要求越来越高，“绿色”发展理念已经深入人心，从产业转

型升级的角度来看，整个玉米淀粉产业链的“绿色”转型，也是必然之举。随着供给侧改革的深入进行，以及国家对玉米深加工行业的政策支持，淀粉加工还需要不断调整以适应新的国情需要，在“十四五”期间以创新和节能减排为目标，保证实现行业的良性循环。该成果将为玉米淀粉加工行业提供技术支持和指导，有利于工业生物技术产业的节能减排和升级改造，对经济效益和环境效益都具有重要意义。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 6 项，实用新型专利 0 项，登记软件著作权 0 项，集成电路版权 0 项，商标 0 项。

成果负责人	刘庆艾	职称 / 职务	副研究员 / 研究室副主任	手机	15554159086
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

长效生物护发产品及技术

成果简介

为预防发丝损伤或对受损发丝进行有效修复，利用生物酶仿生催化可以形成更多的化学键，在保证发丝养护效果的前提下，不会产生多余的蛋白屑，使修复的发丝更加干净、清爽，提升发丝的物化性能及健康感官。与传统季铵化蛋白养护技术相比，利用复合蛋白交联酶交联接枝等进行多重“类永久仿生加工养护”，可以替代传统物理化学方法，简便无污染，生物安全性高。

核心技术及指标

- 清洁、安全的生物法提升发丝质量：生物酶修复体系处理过程中，能够更大程度的提升发丝的物化性能；同时对发丝受损部位进行修护，稳定发丝内部结构。
- 更加长效耐洗：生物护发产品能够达到长效修复护发作用，开辟绿色、环保、高效的生物护发新方向。
- 可通过养护预防健康发丝受损或对已受损发丝进行有效修复。
- 产品适用于常规护发产品配方，减少化学品的使用。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于日化洗涤中的洗发、护发类产品，也适用于各种丝毛加工及洗涤、养护。可支持宠物修护产品的更新、拓展，对宠物毛发修护行业提出了新方向。

知识产权情况

相关产品及技术已获得 2 项国家发明专利授权，获得 1 项国际发明专利授权。

成果负责人	肖静	职称 / 职务	教授	手机	18605485586
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

杜仲雄花改善学习记忆障碍功能产品研发

成果简介

杜仲是我国特有的药食同源植物，分布于陕西、河南、浙江、广西、湖南、贵州、四川和湖北等地。据 2022 版《中国药典》记载，杜仲味甘性温，归肝、肾经，具有抗氧化、抗炎、神经保护等多重药理活性，现已被开发成多种药物制剂，临床上常用于改善认知障碍、健忘、睡眠障碍等神经系统疾病。杜仲雄花是杜仲雄树开的花，现已被《国家卫生和计划生育委员会公告（2014 年第 6 号）》批准为新食品原料，其主要活性成分的种类与被用作中药材料的杜仲皮相近，且黄酮苷类成分的含量较高。研究表明，杜仲雄花提取物具有保护肝脏、降血压、抗炎症、抗氧化、抑菌以及镇静催眠等功效，长期服用可明显改善睡眠；具有作为高保健性功能饮料产品成分的应用价值。然而，杜仲雄花在传统的杜仲行业中仅被用于授粉，花期后缺乏有效利用，导致花粉资源被浪费。因此，其工业化应用亟待扩展。

本成果构建了实验周期控制在 7 天内的新型阿尔兹海默病斑马鱼模型，并研究发现杜仲雄花在抗阿尔兹海默病方面的新活性。采用现代分子生物学技术方法，结合阿尔兹海默病斑马鱼模型，对杜仲雄花提取物的抗阿尔兹海默病作用机制进行研究，发现其可通过调控脑组织内 Aβ 斑块的形成、乙酰胆碱酯酶的活性及神经细胞的凋亡，从而改善学习记忆障碍等，进而开发了一款功能产品—杜仲雄花茶。

核心技术及指标

1. 建立并优化了杜仲雄花改善阿尔兹海默病的功能成分定向制备工艺 1 项；功效成分纯度达 50% 以上；
2. 开发 1 种杜仲雄花茶饮，通过复配药食两用原料及功能因子，增加了独特香气、丰富了茶饮口感、提升了茶饮营养价值和生物活性。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

阿尔茨海默病是最常见的年龄相关性痴呆，是最具破坏性的且与衰老相关的神经退行性疾病，影响全球约 5000 万人。该病的主要临床表现为严重的认知功能减退、进行性记忆丧失、逆行性和顺行性健忘，并伴有严重的组织病理学改变，如海马退化甚至丧失。随着阿尔茨海默病的发展，患者的身体机能逐渐下降，治疗与护理的经济负担较大，也给患者及家属带来了巨大的心理负担。2021 年《中国阿尔茨海默病报告》表明，截至 2019 年底，我国现存阿尔茨海默病患者已超过 1000 万，并呈现高患病率和高死亡率的“双高”特点。随着人口老龄化问题加剧，预计到 2040 年，我国患病人数将等于世界发达国家患者人数总和。阿尔茨海默病现已成为社会无法回避的问题。

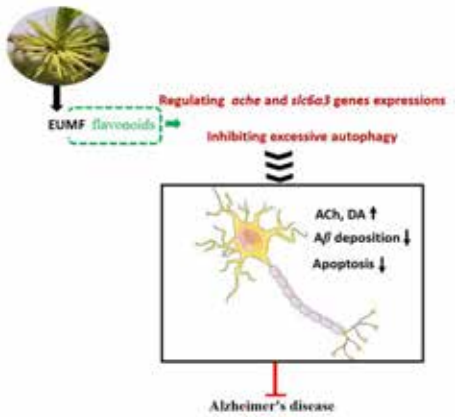
中医学认为，阿尔茨海默病属于神志病，其病位在脑髓，髓减脑消，神机失用则发为痴呆。中国中医学具有多途径、多靶点、多作用的特点，且自古以来就有“药食同源”理论。这一理论认为：许多食物既是食物也是药物，食物和药物一样同样能够防治疾病，因此中国传统药食同源植物在改善阿尔茨海默病症状，特别是在改善认知功能障碍方面具有独特的优势。

本成果采用与人类高度同源的脊椎类模式生物，开展在体实验，揭示我国传统药食同源植物杜仲雄花抗阿尔兹海默病的作用机制，研发杜仲雄花茶饮 1 款，有助于全面推进药食同源材料资源的产业化生产以及带动杜仲雄花相关产品的全面开发，市场应用前景广泛。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，发表 SCI 论文 1 篇，授权发明专利 2 项。

成果负责人	靳梦	职称 / 职务	研究员	手机	13127104334
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				



大肠杆菌工程菌生产阿洛酮糖

成果简介

随着城市化进程加快，人们生活方式的改变及人口老龄化，肥胖、糖尿病等慢性代谢性疾病的发病率在全球范围急剧上升。2016 年的相关研究成果称，我国已经超越美国成为全球肥胖人口最多的国家，肥胖症被世界卫生组织列为导致疾病的十大危险因素之一。过多食用糖类、造成能量过剩成为引起肥胖和糖尿病的一个重要原因。因此，新型低热量甜味剂逐渐成为食品、保健和医疗领域的研究热点之一。D- 阿洛酮糖是近年发现的一种具有特殊保健功能的新型功能性单糖，其甜度相当于蔗糖的 70%，热量相当于蔗糖的 0.3%，具有与蔗糖相近的口感及容积特性，同样可与食物中的氨基酸或蛋白质发生美拉德反应，可作为食品中蔗糖理想的替代品。重要的是，D- 阿洛酮糖具有控制肥胖和糖尿病的功效，其有望部分或完全替代传统甜味剂，成为一种符合市场发展趋势的新型功能性甜味剂，我们的技术具有广阔的市场领域和市场前景。

核心技术及指标

本项目技术以大肠杆菌 BL21（DE3）为底盘菌，构建了能表达产阿洛酮糖合成酶的大肠杆菌工程菌，该工程菌在乳糖等诱导物的诱导下，可高效表达 D- 果糖 -3- 差相异构酶蛋白，通过该工程菌表达的 D- 果糖 -3- 差相异构酶可高效的将 D- 果糖转化为 D- 阿洛酮糖，大肠杆菌具有培养时间短、产酶量大的优点，因转化存在可逆反应，目前 D- 阿洛酮糖转化率达到 30% 以上。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

当前阿洛酮糖产业化生产多数采用的是能够表达 D- 果糖 -3- 差向异构酶的野生菌株，此类菌株具有产酶热稳定性差，低温反应下容易使菌体生长，生成多类次级代谢产物不利于 D- 阿洛酮糖纯化的问题，同时也存在酶产量低，转化率低等缺点。通过该工程菌表达的 D- 果糖 -3- 差相异构酶即使在高温条件下也能高效的生产 D- 阿洛酮糖，同时该工程菌能够高效且大量的表达 D- 果糖 -3- 差相异构酶，能够在相同的投入下获得更大量的阿洛酮糖合成蛋白，从而在更短的时间内生产更多的 D- 阿洛酮糖，获取更高的经济效益，促进我国 D- 阿洛酮糖合成领域的快速发展。

知识产权情况

成果包含的发明专利、实用新型专利、软著及其他等情况

成果负责人	楚杰	职称 / 职务	研究员	手机	13173025960
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

固定化酶（细胞）生产技术

成果简介

固定化酶技术发展于 20 世纪 60 年代，可以极大地提高酶的催化性能和操作稳定性，是目前广泛使用的技术。游离酶的催化作用具有高效、专一且温和的特点，但是外界环境极易引起其活性降低。其次，游离酶难以从反应体系中分离，造成了由酶制剂带来的高额成本，此外，酶残留在食品体系中还可能造成潜在的致敏原问题。采用固定化酶技术，用物理或化学的方法将酶分子限制在某一空间，制成固定化酶，因酶的活性位点不同，在进行酶固定时，将载体材料与酶的非活性位点结合，可以保持酶的高活性。再将其应用于实际生产，可以有效解决游离酶的诸多缺陷。随着工业的不断进步，人们对固定化酶性能的要求越来越高，期望在实际应用过程中能保持较高的稳定性。换言之，就是希

望固定化酶能在较长使用时间内保持高活性。

固定化是将完整的细胞包含或固定在基质上或基质内，并保留某些所需的催化活性。将细胞固定在载体上，既可以防止细胞释放，又具有足够的渗透性,允许底物和产物的扩散,并且使细胞保持本身的催化活性。与传统的细胞培养相比,细胞的固定化不但可以提高细胞的稳定性,也可以实现重复利用,并方便分离及产物纯化,降低下游成本。此外,有报道表明该技术有可能提高对细胞外界因素的耐受能力。例如有害物质,强酸强碱和高温等。同时固定化细胞的高细胞浓度可以使反应周期大大缩短并且增加对底物的吸收，以达到提高产量的目的。

核心技术及指标

游离酶具有对外界温度、pH、盐浓度变化敏感容易失活、不可重复利用的缺点，本项目采用固定化技术，将酶（细胞）进行固定化，从而赋予酶更好的稳定性以及重复利用性。根据酶的特性，目前固定化酶反应批次在 20-100 批次，固定化细胞可达到 10 批次。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前，酶（细胞）的固定化技术已经成为生物、环境等领域的研究热点。酶（细胞）的固定技术以其微生物细胞浓度高、活性好、能有效防止酶的流失、酶活力丧失以及节约成本等优点，对催化反应，养殖水体、生活废水和工业废水都表现出较好的处理效果，固定化不但可以提高酶（细胞）的稳定性，也可以实现重复利用，并方便分离及产物纯化，降低下游成本，提高生产效益。

知识产权情况

成果包含的发明专利、实用新型专利、软著及其他等情况

成果负责人	楚杰	职称 / 职务	研究员	手机	13173025960
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

奶牛后药浴配方技术

成果简介

乳腺炎是奶牛场一种普遍的疾病，是一种世界性的疾病，它可能由于理化或微生物因素引起，导致乳房体细胞增多、乳房间质水肿增生、腺泡腔萎缩变性等，乳腺炎是一种传染性疾病，其传播的阶段有以下几个过程，首先细菌到达感染部位并增殖，其次会通过某种途径，定植于奶牛的皮肤上，并在挤奶过程中感染乳腺。这会严重影响奶牛的产奶量，降低乳品质，并且残留病菌和毒素会对消费者的健康构成极大威胁。它是造成奶牛业经济损失的最主要的原因。在美国，每年由此造成的经济损失高达 20 亿美元；在世界范围内，每年的牛奶生产损失可达 380 万吨；在我国，每年用于治疗奶牛乳房炎的费用近亿元人民币。在全球范围内，被淘汰的患乳腺炎奶牛占淘汰奶牛总数的 30% 以上，这不仅会导致产奶量减少，牛奶质量变差，会造成奶牛的早期淘汰，残留的致病微生物更会危害人类健康，对奶牛业造成了一定的危害，同样也会影响奶牛业的经济效益。

引起奶牛乳腺炎的因素繁多，如病原微生物感染、营养因素、个体因素、应激因素等。对于奶牛乳腺炎，目前没有效果很好的治疗方法。通过科学防治，可以降低乳腺炎在奶牛中的患病率，从而减少奶牛乳腺炎的发生。

核心技术及指标

挤奶间隔期间提供生物消毒和保护屏障,可在乳头上短时间内形成保护膜,成分安全、对皮肤无刺激性、无残留、对人畜无害,具有保湿、滋润、保洁、杀菌作用，挤奶前可快速清洗，可以降低奶牛乳腺炎的发病率，和普通药浴相比，在奶牛挤奶间隔期间具有更长时间的杀菌防护优势。目前产品达到国外同类产品效果。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

传统治疗乳腺炎几乎采用的都是药物治疗，而药物治疗中多使用抗生素。在治疗过程中，开始治疗时，效果较好，长时间使用之后，就必须不断使用多种抗生素，而长时间使用抗生素，使奶牛的生产性能下降，经济效益降低。而通过提前采用药浴预防乳腺炎的发生，降低乳腺炎的发病率，减少抗生素的使用，提高牛奶质量，可以起到更好的预防效果，最大限度的降低损失，促进中国奶牛养殖的健康快速发展。

知识产权情况

成果包含的发明专利、实用新型专利、软著及其他等情况

成果负责人	楚杰	职称 / 职务	研究员	手机	13173025960
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

微生物菌剂高密度发酵技术

成果简介

近年来，益生菌的使用日益广泛。其中乳酸菌具有助消化、改善肠道微生态菌群平衡、抑制腐败菌生长、减少腐败菌产生的毒素、增强机体免疫等生理功能。在食品加工方面，首先乳酸菌可通过发酵积累乳酸，降低环境 pH 值，提升淀粉酶和蛋白酶的活性；其次乳酸菌通过代谢过程将原有水果蔬菜汁（浆）中营养物质转化成易于吸收的小分子肽、低聚糖或酚类物质，进一步提高了产品的营养价值，同时生成的乳酸可提高乳酸菌在肠道环境中的稳定性。在乳制品加工方面，植物乳杆菌、双歧杆菌、嗜酸乳杆菌等更多的乳酸菌应用于新型发酵乳生产，含有活性乳酸菌的冰淇淋以其浓郁的风味、独特的口感、相应的保健功能备受消费者青睐。

益生菌中的枯草芽孢杆菌具有高度的耐热性和抗逆性，可以在较宽的温度和 pH 范围内生长和繁殖，适应性强。同时，枯草芽孢杆菌还是一种重要的益生菌，具有调节肠道微生态平衡，增强免疫力和抗病能力等功效。在饲料领域它能够分泌蛋白酶、脂肪酶和纤维素酶等酶来分解食物中的难以消化的蛋白质、脂肪和纤维素等物质，促进家禽的饲料消化和吸收，提高饲料利用率。它还具有一定的抗菌功能，可以通过多种机制发挥抗菌作用如降低肠道 pH 值、分泌抗菌物质、抑制和竞争性抑制有害菌的生长等，提高家禽的免疫力。

污水中的氮有四种，即有机氮、氨氮、亚硝酸盐氮和硝酸盐氮。大量生活污水、农田排水或含氮工业污水排入水体，增加了水中有机氮和各种无机氮化合物的含量，会恶化水质。随着工业化和城市化的推进，淡水系统氮污染问题已经给人类的健康生活造成令人担忧的威胁。枯草芽孢杆菌会对恶劣环境具有较高的耐受能力，在营养匮乏，氧气浓度及温度不适宜的情况下也可完成繁殖，在高温、酸碱等极性环境下亦可生存，且枯草芽孢杆菌所分泌的氮硝化酶均为外泌酶，这更有利于水质的净化，因此枯草芽孢杆菌是一种适合在污水处理方面发挥硝化及反硝化作用的菌种。

核心技术及指标

乳酸菌（植物乳杆菌、鼠李糖乳杆菌、嗜酸乳杆菌）的发酵水平活菌数达 100 CFU/mL 以上，凝结芽孢杆菌芽孢数达 60 亿 CFU/mL 以上。

芽孢杆菌发酵主要以实验室自主分离纯化出的多种芽孢杆菌包括枯草芽孢、解淀粉芽孢杆菌作为发酵菌株，以相较廉价的农副产品为原料，目前发酵水平根据不同菌种特性（养殖、污水净化等）分别可达到 50-300 亿 /ml。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

抗生素作为饲料添加剂的弊端日渐突出，人们逐渐认识到益生菌应用的重要性，利用其代替抗生素能够充分发挥生物作用，调节动物肠道菌群结构、改善动物体内消化酶活性、改善动物生产性能、提高动物机体免疫性能、改善动物血液生化指标等，促进动物良好生长。所以，养

殖业积极推广和应用益生菌至关重要。

传统的污水中硝基氮、亚硝基氮及氨氮的化学去除通常采用吹脱工艺、化学吸附工艺、化学沉淀工艺、折点加氯工艺、蒸发工艺和膜过滤工艺，以上方法具有能耗大，工艺复杂，人员时间成本高的问题。微生物菌剂与单一菌相比，能使得菌株间能够更好的共同提供促进氮降解的协同效应，更有效地对污水中的硝基氮、亚硝基氮、氨氮进行去除。

知识产权情况

成果包含的发明专利、实用新型专利、软著及其他等情况

成果负责人	楚杰	职称 / 职务	研究员	手机	13173025960
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

海产多不饱和脂肪酸磷脂规模化制备技术及应用

成果简介

海洋经济是我国经济的重要组成部分，山东省作为海洋渔业生产大省，是我国最大的水产品加工基地和出口贸易基地。作为海洋经济增长的重要支撑条件，海洋资源开发在海洋经济发展过程中发挥了举足轻重的促进作用，近年来，海产品加工业发展迅猛，随之而来的，加工过程中产生的副产物也日益增多。目前，针对海产品加工副产物的利用越来越受到重视，但仍存在以下问题：（1）原料预处理工艺不统一影响有效成分和产品的质量；（2）加工副产物的高值化利用技术研究不足，对其功能因子和生物活性挖掘不充分；（3）科研单位与企业缺乏交流和合作，加工副产物的高值化利用研究多为实验室规模，产业化应用少，高附加值产品较少。

海产磷脂相对于陆地磷脂，具有丰富的多不饱和脂肪酸（EPA、DHA 等）侧链，在保护肝脏、调节血脂、促进神经传导、提高大脑活力、增强免疫力等方面活性显著。研究发现海产品加工副产物中富含多不饱和脂肪酸磷脂，将这类磷脂进行高效制备，提高海产品的附加值，变废为宝，对海洋资源的高值化利用、生态环境的保护、海洋经济效益的提升都具有重要的意义。

为解决制约海产副产物高附加值产品开发的关键技术难题，提升海产加工企业的核心竞争力，在国家海洋公益性行业科研专项（201505030-2）、国际科技合作项目（2007DFR30140）和山东省重点研发计划项目（2019GSF107053）支持下，刘可春研究员带领团队开展了鱿鱼子、鳕鱼子、对虾虾头等海产加工副产物中以多不饱和脂肪酸磷脂为共性成分的规模化制备技术研究，并进行产业化应用。从原料标准化处理技术、有害成分脱除技术、功能成分富集制备技术、活性功能挖掘及产品规模化生产技术等方面开展科技攻关和集成创新，实现了高纯度海产多不饱和脂肪酸磷脂的规模化生产，磷脂纯度可达 90% 以上。在合作企业建设了磷脂产业化生产线，产能达到年处理原料 300 吨，年生产磷脂 1 吨，实现了海产品加工副产物来源的磷脂规模化生产示范，并制定了相关产品质量标准 4 项。另外，项目系统研究并阐明了海产磷脂的结构与功能及其相关性，发现了海洋磷脂在促血管生成、心脏保护等方面的新功能，并研发了一种对化学性肝损伤具有辅助保护作用的海产磷脂微囊粉。

核心技术及指标

1. 建立了海产多不饱和脂肪酸磷脂高纯度制备技术，纯度 >90%。
2. 建立了海产多不饱和脂肪酸磷脂制备过程中重金属脱除技术，总砷的脱除率 >90%。
3. 利用海洋磷脂的功能评价技术，发现在促血管生成、心脏保护等方面的新功能。
4. 研发了一种对化学性肝损伤具有辅助保护作用的海产磷脂微囊粉。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

鱿鱼内脏、鳕鱼子、对虾虾头等大宗海产加工副产物多被废弃或者低值化处理，造成了生物资源的浪费和生态环境的污染。以海产加工副产物为原料进行多不饱和脂肪酸磷脂的规模化制备，海产磷脂产品可作为功能食品、化妆品和药品的原料，大大提高海产品的附加值，拓展了

海产品加工副产物的高值化利用途径，形成从生产原料供给、海洋磷脂加工、关键技术研发集成到高端磷脂原料及产品应用的完整产业链条，为建立环境友好型的海洋资源利用模式提供产业示范，带动磷脂产业向高端化、可持续方向健康发展。本项目将为低值海产品的高值化利用提供技术示范，具有经济和社会效益，产业化前景广阔，同时能够变废为宝，具有生态效益。

知识产权情况

本项目依托国家海洋公益性行业科研专项（201505030-2）、国际科技合作项目（2007DFR30140）和山东省重点研发计划项目（2019GSF107053）等 3 项省部级以上项目，已授权相关发明专利 5 项，建立企业标准 4 项，发表相关学术论文 17 篇，其中 SCI 论文 11 篇。

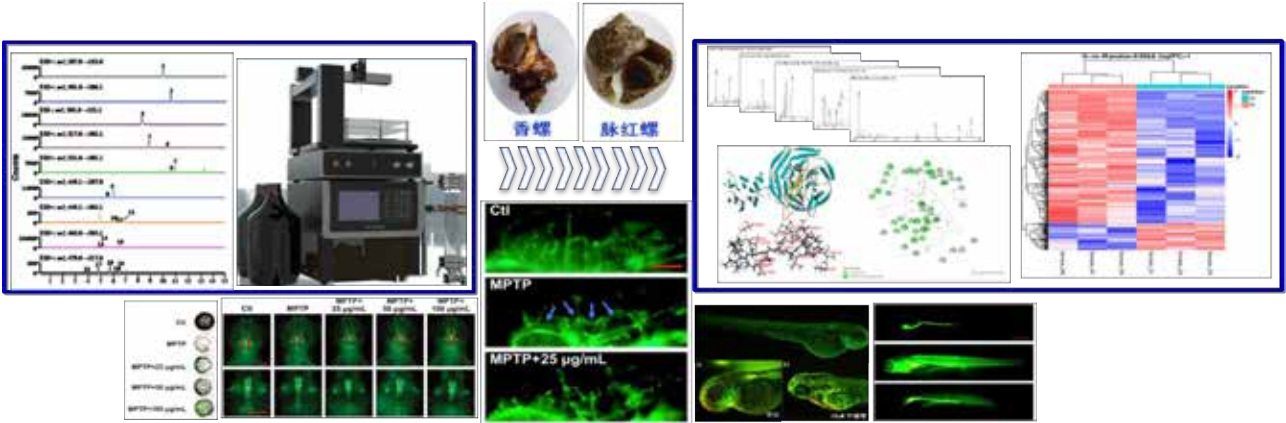
成果负责人	李晓彬	职称 / 职务	副研究员 / 副主任	手机	15169006695
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

海螺活性肽制备关键技术

成果简介

海洋生物因其生活环境与陆地生物迥异，来源于海洋生物的天然产物往往具有新颖的化学结构和独特的生理功效，近年来，海洋已经成为新型药物、保健食品、特殊生物功能材料以及化妆品的重要资源，海洋天然生物活性物质已成为科学家研究的热点，而肽类成分是海洋生物活性物质中研究最多的一类化合物，其是海洋生物活性物质的首要候选资源，具有降血压、抗氧化、抗肿瘤等活性。海螺是我国重要的经济贝类，属于海洋底栖性大型腹足类，因其适应能力和繁殖能力较强，天敌较少，故其地理分布广泛，资源储备量充足，在我国，其主要分布于渤海、黄海、东海和南海等地，以北方沿海产量最多。

本成果依托国家自然科学基金、山东省重点研发计划、山东省自然科学基金以及山东省重点研发计划项目，构建了海螺活性肽制备关键技术体系，首次从脉红螺、香螺组织酸沉浸提物、半仿生酶解物中筛选得到具有抗氧化、抗炎、降血压和改善神经系统疾病功能的活性肽，为其高附加值产品的研发及产业链的延伸提供技术支撑。



核心技术及指标

1. 建立了海螺源降压肽高效制备技术体系，包含活性肽提取工艺、脱色工艺、脱盐工艺以及富集工艺，通过中试放大，获得最佳工艺参数，开发了功能产品，制定了质量标准。
2. 建立了肽组学 - 活性双重导向的海螺降压 / 抗氧化双功能活性肽定向制备技术体系，通过多重生物活性评价模型，验证其生物功能，通过构效关系研究，阐释功能关联关键氨基酸位点，揭示其作用机制与改善机体氧化应激状态相关。

3. 建立了活性导向和靶点互作双重筛选策略的海螺活性肽快速筛选技术体系，从脉红螺、香螺半仿生酶解物发现具有改善帕金森病症状、改善肠道炎症功能的活性肽，通过体内外模型验证，明确其作用机制与改善细胞内氧化应激状态，抑制铁死亡发生有关。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

海螺活性肽产业链上游属于水产品行业，包括海螺养殖和捕捞环节，山东拥有 3500 多公里海岸线，约占全国海岸线的 1/6，拥有 16 万平方公里的海域面积，海洋资源居全国第一，资源优势得天独厚。活性肽因其来源广泛，结构多样，具有极高的研发价值，通过对活性肽高附加值产品的研发，对上游产业的水产品行业发展具有极大地促进作用。

产业链下游为消费市场，随着国民健康意识的提升，以及当前老龄化及后疫情时代现状，防治理念深入人心。因此，通过科技支撑，提升产品科技含量，开发出特色、安全、有效的新型功能因子，对下游产业品牌的树立以及企业竞争能力的提升，具有重要意义。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 6 件，发表研究论文 9 篇，其中 SCI 收录 8 篇，EI 收录 1 篇。

成果负责人	张姗姗	职称 / 职务	副研究员	手机	18363056386
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

海洋来源心血管药物先导化合物的 高效筛选关键技术及应用

成果简介

针对海洋生物资源开发和先导化合物筛选过程中，心血管疾病靶点众多、适合复杂而微量天然产物的动物模型不易建立等问题，依据心血管疾病特点，利用基因编辑等技术，建立基于斑马鱼模型的海洋天然产物心血管保护评价新技术，解决海洋先导化合物活性筛选技术瓶颈，推广应用于挖掘海洋心血管保护活性先导化合物。发现了海洋真菌、放线菌及海绵等海洋动物中的 300 余个化合物，其中新化合物 59 个，具有心血管活性的化合物 57 个，阐释了 9 个潜力药源化合物的作用机制；系统研究了不同海洋动物中多不饱和脂肪酸磷脂的结构和活性，发现了海洋磷脂在心血管活性方面的新功能，建立了高纯度海洋磷脂的制备工艺；构建了海螺活性肽制备关键技术体系，发现了两个新的海螺多肽，并揭示其新功能和作用机制；形成了从资源获取、活性高效筛选、成分分离与结构鉴定、安全性评价及作用机制研究等一套完整的研究体系，为开展以海洋天然产物为先导物创制心血管药物奠定了研究基础。先后承担国家自然科学基金、国家重点研发计划项目、国家海洋公益性行业科研专项、山东省自然科学基金、山东省重点研发计划等省级以上项目 10 余项。

核心技术及指标

- 针对心血管疾病特点，利用基因编辑等技术，建立并完善了斑马鱼整体动物心血管保护活性评价系列新模型 10 个，解决深海先导化合物活性高效评价技术问题。
- 综合利用斑马鱼心血管活性筛选系列模型，采用表型组学－活体荧光表征－超微结构智能扫描等综合策略，追踪获得了海洋真菌、放线菌及海绵等海洋动物中的 300 余个化合物，其中新化合物 59 个，具有心血管活性的化合物 57 个，阐释了 9 个潜力药源化合物的作用机制；对外筛选 1000 个以上深海天然产物的心血管保护活性，获得心血管药物先导化合物 20 个，为 10 家以上

的单位进行心血管活性筛选技术服务。

- 在国内率先系统研究了海洋多不饱和脂肪酸磷脂的结构、活性及制备方法，阐明了海洋磷脂的结构优势，发现了海洋磷脂在心血管保护方面的新活性，制备的海洋磷脂纯度 90%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

心血管疾病严重威胁人类的健康，其创新药物的研发一直是新药研发领域的热点和难点。本团队长期聚焦心血管保护活性先导化合物研究，从“血管－血液－心脏”多维度系统建立斑马鱼心血管保护活性高效筛选技术，解决了目前微量天然产物难以系统性开展活性评价的技术瓶颈，解决了天然产物化学成分研究与活性评价脱节的问题，加速了天然产物心血管保护药物开发，有望为心血管病患者提供全新靶点的治疗药物，具有重要的社会效益，且潜在经济效益显著。海洋生物资源丰富，不但是人类未来“蓝色粮仓”，也是创新药物发现的“蓝色药库”。海洋资源开发在海洋经济发展过程中发挥了举足轻重的促进作用。

该技术成果解决目前海洋微量天然产物难以系统性开展心血管活性评价的技术瓶颈，具有重要的科学价值；解决海洋天然产物化学成分研究与活性评价脱节的问题，加速海洋天然产物心血管保护药物开发，有望为心血管病患者提供全新靶点的治疗药物，提升居民健康水平，具有重要的社会效益；揭示海洋先导化合物心血管保护活性构效关系和作用机制，获得心血管药物先导化合物，为心血管创新药物开发提供有力支撑，潜在经济效益显著。

知识产权情况

该成果发表相关 SCI 文章 24 篇，授权发明专利 18 项，成果获得自然资源部科技进步奖一等奖 1 项、山东省高等学校科学技术奖一等奖 1 项。

成果负责人	李晓彬	职称 / 职务	副研究员	手机	15169006695
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

环境风险因素致神经系统疾病效应评价技术体系

成果简介

我国是神经系统疾病患病人数最多、增长速度最快的国家。该类疾病发病机制复杂，其中环境风险因素是重要的诱因。据 2020 年《中国卫生健康统计年鉴》显示，我国因长期接触环境污染物导致患神经系统疾病的人数多达 2860 万人，占该类疾病患者总人数的 80%，尽早预警污染物的神经毒性，规避患病风险，预计每年可节约人均医疗支出 10.5 万元，减少国家经济损失达 3-5 万亿元。基于神经系统疾病病理特征和斑马鱼模型特点，利用行为组学、计算机智能捕获、表型组学、转录组学、活体无创生物荧光表征和实时荧光定量 PCR 技术，以斑马鱼行为、多巴胺神经元发育、脑血管丰度、血流速度、中枢神经元凋亡和疾病标志物基因表达等为快速评价指标，建立了针对神经系统疾病的环境风险因素致病效应评价技术体系，提高了评价效率和风险预测的准确性、可重复性，有利于警示大众有效规避环境污染物，也为污染物排放标准的制定提供参考。

核心技术及指标

- 实现了环境风险因素的高灵敏快速预警，总耗时≤ 6 天；
- 检测效率提升 480 倍以上，灵敏度提升至 μg/L，动物使用成本降低 95% 以上。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

神经系统疾病的早期症状不明显，隐匿性强，病程可长达数十年，对患者及家庭带来巨大的心理和经济负担。随着我国老龄化进程的不断加剧，神经退行性疾病的发病率不断攀升，世界卫生组织预测到 2040 年其将取代癌症成为全球的第二大致死疾病。2021 年，我国正式启动中国脑计划，也将重大脑疾病的预防为研究的重点之一。神经系统疾病受环境污染物影响大，若能及时预警污染物的神经毒性，规避患病风险，可为国家减少公共医疗支出和巨大的社会负担。环境污染物的种类繁多复杂、且环境浓度很低，现有检测手段在检测效率、灵敏度、特异性上均存在不足，使得环境污染物的致病风险评估难度极大。该技术的建立解决了上述棘手问题，可协助高效、快速、准确预警污染物致神经系统疾病的风险，有利于推动大众提高环保意识，增强企业环保责任，加强废弃物治理，为深入打好“污染防治攻坚战”提供关键技术支撑。

知识产权情况

发表 SCI 论文 8 篇，授权发明专利 1 项。

成果负责人	靳梦	职称 / 职务	研究员 / 研究室主任	手机	13127104334
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

黄精枸杞功能性药酒的制备方法

成果简介

药酒是以酒为基础，加入具有相应保健功能的中药材，属于配制酒的范畴，中医古籍记载其为称为“酒剂”，其是传统医学方剂的重要组成部分，也是传统医学养生健体和防病治病的一种独特疗法，更是传统医学和酿酒业发展的成功结合，具有“制作简单、便于存放、使用方便、内外可用”等特点。

药酒作为一种传统的功能产品剂型，有着悠久的历史 and 广泛的应用。近年来，随着人们健康意识的提高和传统中医药的复兴，药酒以其独特的功能、口感、文化和传统的药食同源理念，成为了新时代的“文化养生产品”。

本成果以中医药经典名方为基础，以药食同源中药为原料，基于中医配伍理论，结合现代人群多样化的消费需求，提供了一款适用于男性的功能性滋补性药酒。

核心技术及指标

- 以二精丸、肉苁蓉丸和五子衍宗丸等补肾助阳经典方剂基础，协同具有滋补肝肾、补中益气的药食两用中药，开发了一款以黄精、枸杞、肉苁蓉为君药，辅以山茱萸等 12 味中药的药酒，产品营养丰富、色泽通透、香气独特、口感醇厚的特点。
- 针对功效成分特点，构建集成低温冷浸－梯度稀释－分级过滤的药酒制备核心工艺体系，提升药酒中有效成分的提取效率，减少杂质成分的析出干扰。
- 通过动物安全性和活性评价，明确药酒安全、无明显毒性，且具有滋补肝肾，改善疲劳等功能。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

药酒作为中成药的传统剂型之一，在我国已有几千年的应用历史，因此具有易于吸收、奏效迅速、服用简单、便于贮藏等特点。迄今为止，其仍然是中医防治疾病的常用剂型。药酒功效的发挥是“酒和中药材”的双重作用，酒基除了作为中药材有效成分提取的良好溶媒外，还具有温阳补肾、通经活络、散湿祛风、疏肝理气、提神解乏、益中补气、延龄益寿的功效。中药材中所含有的特异性功效成分，充分溶解在酒液中，借助酒温通血脉、改善循环的力量作用于人体脏腑、经络、气血，酒助力药，药借酒威，相辅相成，协同起效，从而最大限度地发挥药效的作用。

药酒产业链上游属于中药种植行业，通过科学化、功能化药酒的研发，使其在保持中医药的传统特色和优势的同时，融入现代科技和医学理念，推动中医药的现代化，可促进上游产业中药材种植和饮片规模化生产。产业链下游为消费市场，随着经济社会发展，个性化保健功能产品需求日益旺盛，通过科技创新，提升产品科技含量，开发出特色、安全、有效的新型产品，对下游产业品牌的树立以及企业竞争能力的提升，具有重要意义。

随着当前经济社会的发展以及人们健康意识的提升，预防为主，防治结合理念，深入人心，中医药保健品的市场前景更加广阔。以独特的天然食药两用中药配方和安全有效多重功效为特点的药酒，通过补肝肾、强筋骨、改善疲劳等调节功能，能够满足人们对身体健康的需求，其市场需求将会呈现上升态势。此外，随着科技的不断进步，通过采用先进的科技手段，可显著提高产品质量和研发能力，通过科学阐释药酒的现代功效，为其安全和疗效提供技术保障。通过营销策略、产品升级、功能定位等方面的转型，积极向特定消费群体靠近，培育新一代、年轻态的产品，使其满足特定消费者对健康的需求，有利于推动行业的持续进步和效益增长。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权国家发明专利 5 项。

成果负责人	刘可春	职称 / 职务	研究员	手机	15020009568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

黄芪党参功能性药酒的制备方法

成果简介

药酒是一种以酒为溶媒，添加具有特定保健功能的中药材的配制酒，中医古籍记载其为称为“酒剂”，其是传统医学方剂的重要组成部分，也是传统医学养生健体和防病治病的一种独特疗法，更是传统医学和酿酒业发展的成功结合，具有“制作简单、便于存放、使用方便、内外可用”等特点。

药酒作为一种传统的功能产品剂型，有着悠久的历史和广泛的应用。近年来，随着人们健康意识的提高和传统中医药的复兴，药酒以其独特的功能、口感、文化和传统的药食同源理念，成为了新时代的“文化养生产品”。

本成果以中医药经典名方为基础，以药食同源中药为原料，基于中医配伍理论，结合现代人群多样化的消费需求，提供了一款适用于女性的功能性药酒。

核心技术及指标

- 以归脾丸、左归饮和补中益气丸等益气补血、滋阴养颜经典方剂为基础，协同滋补肝肾、补脾润肺药食两用中药，开发了一款以黄芪、党参、当归为君药，辅以山药等 12 味中药的药酒，产品营养丰富、色泽通透、香气独特、口感醇厚的特点。
- 针对功效成分特点，构建集成低温冷浸－梯度稀释－分级过滤的药酒制备核心工艺体系，提升药酒中有效成分的提取效率，减少杂质成分的析出干扰。
- 通过动物安全性和活性评价，明确药酒安全、无明显毒性，且具有滋补肝肾，改善疲劳等功能。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

药酒作为中成药的传统剂型之一，在我国已有几千年的应用历史，因此具有易于吸收、奏效迅速、服用简单、便于贮藏等特点。迄今为止，其仍然是中医防治疾病的常用剂型。药酒功效的发挥是“酒和中药材”的双重作用，酒基除了作为中药材有效成分提取的良好溶媒外，还具有温阳补肾、通经活络、散湿祛风、疏肝理气、提神解乏、益中补气、延龄益寿的功效。中药材中所含有的特异性功效成分，充分溶解在酒液中，借助酒温通血脉、改善循环的力量作用于人体脏腑、经络、气血，酒助力药，药借酒威，相辅相成，协同起效，从而最大限度地发挥药效的作用。

药酒产业链上游属于中药种植行业，通过科学化、功能化药酒的研发，使其在保持中医药的传统特色和优势的同时，融入现代科技和医学理念，推动中医药的现代化，可促进上游产业中药材种植和饮片规模化生产。产业链下游为消费市场，随着经济社会发展，个性化保健功能产品需求日益旺盛，通过科技创新，提升产品科技含量，开发出特色、安全、有效的新型产品，对下游产业品牌的树立以及企业竞争能力的提升，具有重要意义。

随着当前经济社会的发展以及人们健康意识的提升，预防为主，防治结合理念，深入人心，中医药保健品的市场前景更加广阔。以独特的天

然食药两用中药配方和安全有效多重功效为特点的药酒，通过补肝肾、强筋骨、提高免疫等调节功能，能够满足人们对身体健康的需求，其市场需求将会呈现上升态势。此外，随着科技的不断进步，通过采用先进的科技手段，可显著提高产品质量和研发能力，通过科学阐释药酒的现代功效，为其安全和疗效提供技术保障。通过营销策略、产品升级、功能定位等方面的转型，积极向特定消费群体靠近，培育新一代、年轻态的产品，使其满足特定消费者对健康的需求，有利于推动行业的持续进步和效益增长。

知识产权情况

授权国家发明专利 5 项。

成果负责人	刘可春	职称 / 职务	研究员	手机	15020009568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

基于斑马鱼模型的活性筛选关键技术及应用

成果简介

该成果面向社会需求，利用自主构建的斑马鱼活性评价模型，建立了活性快速筛选技术体系，用于改善血管、神经系统、心、肝、肾等疾病，以及化妆品护肤的 11 个大类 49 种活性筛选及评价，已为国内外科研院所、企业累计筛选样品超过 1 万个，为医药、食品、化妆品等企业提供“原料－配方－成品”全产业链条的功效评价服务，同时开展天然药物先导化合物开发及其作用机制研究，为新药研发提供候选分子。

❖ 已成功建立**40余个**斑马鱼活性评价模型，可进行心血管、肿瘤、神经系统疾病、心脏/肝脏/肾脏疾病、代谢疾病、炎症与免疫、血液、骨骼肌肉相关疾病、美白美容、保湿抗皱等**11个大类49种**活性筛选。

抑制血管生成

改善心功能

改善骨骼矿化

促进血管生成

保肝护肝

抑制凋亡

抗血栓形成

改善肾功能

抗炎

抗抑郁

抗阿尔兹海默病

抗帕金森病

抗癫痫

抗氧化

抗肿瘤

祛斑美白

控油

补水保湿

核心技术及指标

- 1. 面向重大疾病需求，构建以新型斑马鱼模型为特色的微量高效的活性筛选新技术体系：**以恶性肿瘤、神经性疾病、心血管疾病、代谢性疾病等重大疑难病、慢性病为重点，构建快速微量、准确率高的基于斑马鱼模型的创新药物活性筛选新技术体系；制定基于斑马鱼模型的创新药物活性筛选技术规范。
- 2. 构建斑马鱼化妆品功效评价模型 15 个，**为化妆品产品研发提供功效宣称备案资料，或用于人体功效评价前的初筛与验证，节约研发成本，避免盲目性。
- 3. 基于新模型的创新药物发现与机制研究：**以自主构建的药物早期活性－安全性一体化的斑马鱼筛选评价技术体系为基础，从传统中药、山东特色资源、深海资源中发现结构新颖的活性先导化合物 8 个；开展生物活性－化学成分－分子靶点系统性研究，通过生物信息学技术挖掘与活性、毒性相关的生物标志物，并结合现代分子生物学技术，在表型筛选的基础上，揭示药物的作用靶器官、蛋白靶点。
- 4. 利用斑马鱼模型进行中医药现代化研究，**为中药成分解析、药效物质基础研究、中药质量控制等提供创新解析技术。建立了基于斑马鱼生物效应的昆仙胶囊、心可舒片质量标准并起草了质量标准草案，基于斑马鱼基因表达谱建立了心可舒片质量评价方法，解决了中药质量生物评价瓶颈问题。
- 5. 利用斑马鱼模型开展高通量的筛选评价技术服务，**强化与制药企业深度合作，提升新药发现效率，为功能食品、保健食品、特医食品等相关产品研发中原料、新配方及产品的功效提供评价及验证服务。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

创新药物研发具有费用高、周期长、风险高等特点，候选化合物或新药的早期活性筛选变得越来越重要，而与之相适应的快速筛选动物模型、简单的分析检测技术和精确的评价指标仍较匮乏。斑马鱼是一种国际认可的新型实验动物，具有在显微镜下进行实时观察、生殖能力强、成本低等特点，并且斑马鱼的基因与人类基因的相似度高于 87%，与人类对应组织有极其相似的发育机制。目前斑马鱼模型在欧美国家被广泛应用于人类疾病模型研究、新药筛选、药物毒性与安全性评价。符合“3R”（替代、减少、优化）原则，被欧洲替代法验证中心推荐为新的替代动物。国际上已有 19 个基于斑马鱼模型研发的药物（包括老药新用）获得美国 FDA 的临床实验许可或上市许可。采用斑马鱼进行药物早期成药性评价不仅受试药物的用量少，同时可在短期内完成对药物活性筛选与评价的研究工作，减少前期投入，提高效率，节省研发资金，降低风险，缩短研究周期等。团队利用本成果开展技术服务，累计签订技术服务合同 150 余项，技术服务合同金额达 1000 余万元。

知识产权情况

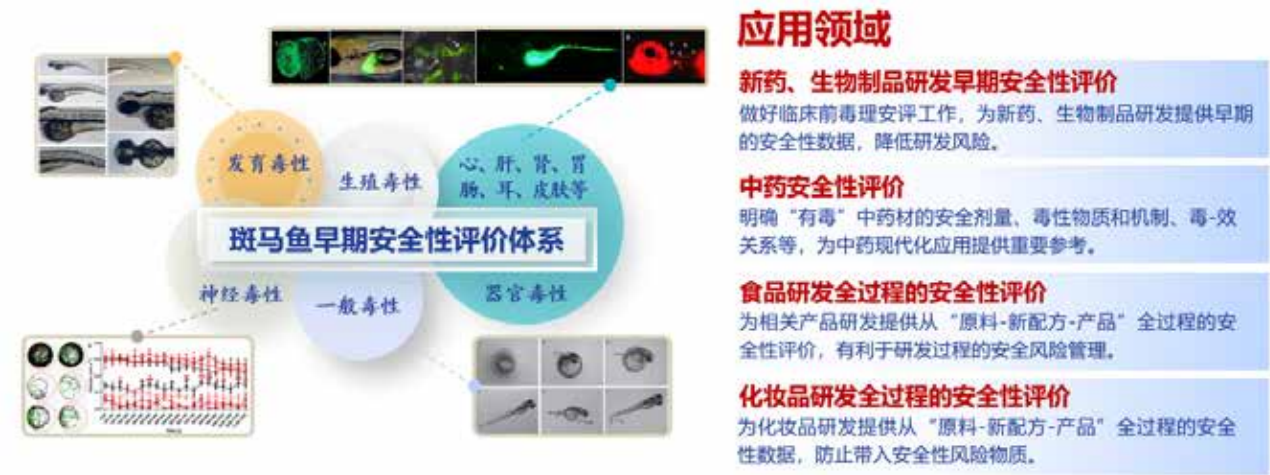
利用该成果发表论文 200 余篇，授权国家发明专利 43 项，发布了基于斑马鱼模型的保健品功效评价团体标准 4 项和化妆品功效评价团体标准 7 项。获批“山东省人类疾病斑马鱼模型与药物筛选工程技术研究中心”和“济南市中药质量生物评价工程研究中心”。

成果负责人	刘可春	职称 / 职务	研究员	手机	15020009568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

基于斑马鱼模型的药物早期安全性评价关键技术及应用

成果简介

本成果基于 30 多个斑马鱼转基因、突变体品系，采用 3D 器官可视化检测、活体无创生物荧光表征、表型组－行为组－代谢组－转录组多组学联用等现代技术，构建了系统的药物早期安全性评价技术体系，实现了大批量微克级样品的毒性快速评价，实验总耗时≤ 7 天，相较于哺乳动物实验成本降低约 90%，达到国际先进水平。系统评价了异烟肼、吡嗪酰胺、香青兰总黄酮、饲料添加剂阳菊副产物以及常见环境污染物的肝脏、心脏、神经、肾脏毒性；利用炎症状态的斑马鱼考察异烟肼和雷公藤甲素肝毒性，更好地模拟临床患者病理状态，建立针对特殊人群的药物早期安全性评估模型；利用毒性标志物 miR-122 对雷公藤多苷这一治疗类风湿性关节炎等免疫疾病的药物的肝毒性进行评价，挖掘基于斑马鱼模型的早期药物毒性响应生物标志物。通过本项目建立了药物早期活性－毒性一体化的斑马鱼评价技术体系，用于药物、化妆品、食品、环境污染物的生物监测及安全性评价，为医药、食品、化妆品等企业产品的研发提供准确、快速、高通量的安全性评价服务。



核心技术及指标

- 建立了系统全面的靶器官毒性、系统毒性、发育毒性、生殖毒性、神经毒性、致癌毒性和急性毒性等斑马鱼药物早期安全性评价新技术,大幅提升了评价指标的数量和质量,其中首创肝脏面积指数等4项高灵敏度评价新指标。建立了安全性评价标准操作规程(SOP),重复性变异系数<5%,实现了药物研发早期毒性化合物“早发现、早淘汰”,缩短研发进程。
- 自主研发了12种用于斑马鱼安全性评价实验的新装置,为斑马鱼无创获取、精准定量给药、快速精准换液、数据快速采集等关键实验操作提供了支撑,有效提高了评价效率和实验结果的准确度。
- 解决了天然药物前期样品量不足难以进行系统性毒性评价的技术难题,本技术实验所需样品量仅为啮齿类哺乳动物的0.1~1%,应用于创新药物早期安全性评价效果显著。近三年已为新药研发机构评价了大量样品,研发机构根据评价结果及时淘汰或修饰相关化合物,节约研发成本约8000余万元。本体系还用于中药毒性物质追踪、配伍禁忌、配伍减毒和毒性作用机制研究等,突破了中药样品数量庞杂导致实验成本过高的局面。
- 建立针对特殊人群的药物早期安全性评估模型,解决疾病状态下药物应用安全性评价问题,进一步完善现有的药物评价体系。
- 建立早期、敏感的药物毒性预警信号分子的检测技术,解决目前药物毒性监测缺乏早期、敏感毒性生物标志物的瓶颈,对于用药安全性控制具有重要意义。

产业上下游情况介绍,项目效益分析

开展新药发现的新模型、新技术研究,为创新药物研发提供更多的候选化合物和候选药物,是制药工业领域新旧动能转换急需的重要研究技术,符合我省新旧动能转换“十大产业”发展的要求。药物安全性评价技术处于新药研发链条的前端,国际国内科研单位和制药企业都在抢占评价技术的制高点,重要性不言而喻。“快速精准”是目前国际药物早期筛选领域追求的理想目标。采用先进的模型、技术和方法提高早期预测的准确性、缩短试验周期、减少哺乳动物的使用数量都是未来行业发展的趋势和要求。

本项目利用新型模式生物斑马鱼,建立了药物早期安全性评价关键技术,解决现存的筛选领域重大技术问题,缩短研究周期,降低研发成本,减少新药发现的盲目性,提高药物发现的命中率和新药开发的成功率,满足人类健康需求。该项目的实施对于推动学科发展、体现山东区域特色和技术优势,加强和提升我国创新药物的研发能力,同时对我国人口健康、社会和经济的可持续发展有着重要的战略意义。

团队利用本成果开展技术服务,累计为26家高校和医药研发机构提供早期安全性评价服务100余项,样品数量总计2200余个。为18家大型医药企业产品研发提供技术支撑。建成了比较完善的基于斑马鱼模型的药物早期安全性评价技术体系,并应用于创新药物的早期毒性评价,技术体系优势突出,应用效果明显,应用前景广阔,经济社会效益显著。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权,授权发明专利27项,发布团体标准5项,发表论文100余篇,获得山东省高等学校科学技术优秀成果一等奖1项。

成果负责人	刘可春	职称 / 职务	研究员	手机	15020009568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

军民两用新型碳基止血材料

成果简介

止血材料是指在常规止血技术无效的情况下,在手术过程中放置于人体内的医疗器械产品,该类产品可通过加速创面局部血液的凝固过程产生止血作用。目前,国内止血材料市场被美国强生公司Surgicel®产品垄断,国内少数公司有自主开发的纤维素止血材料产品,但是在产品品质方面与Surgicel®相差甚远。本项目联合乌克兰国家科学院生物化学研究所,共同开发了一种新型可降解功能敷料。该敷料具有一定的止血性能,同时具有吸附性能强、无毒副作用的优点,可以与活性炭结合制备碳基基底材料。本项目所用的新型凝血因子能够直接激活凝血酶原形成凝血酶,具有显著的止血效果。结合两者优势研发的新型止血材料,不仅克服了传统止血材料和目前市面上出售的快速止血材料的不足,而且具有止血效果好、生物相容性优良、无毒副作用、使用方便、价格低廉等优点。项目产品能够为临床手术提供物美价廉的止血材料产品,打破国外技术和产品垄断,项目符合山东省新旧动能转换的需求,具有示范意义。

核心技术及指标

核心技术:(1)确定了一种特异性的凝血酶原激活因子PAC,作为止血材料的有效添加因子,PAC能够直接激活凝血酶原形成凝血酶,具有显著的止血效果;(2)以天然多糖为原料制备了新型的可降解止血敷料,该敷料为多孔交联网状结构,这种独特的结构增大了材料的比表面积,由于天然多糖的亲水作用,敷料敷于伤口处可迅速吸收血液中的水分,促进血液凝固;(3)将多糖敷料和活性炭结合制备基底材料,同时负载凝血酶原激活因子PAC,制备了新型碳基止血材料,材料具有超强的吸附能力,不仅能够从伤口表面有效吸收水分,使伤口处凝血成分浓缩、聚集,加速凝血,防止感染,利于伤口的愈合。

技术指标:新型碳基快速止血材料止血时间缩短至1-2分钟,国内市售普通止血材料的止血时间一般为6分钟;新型碳基快速止血材料创面出血量降低至2g/kg,国内市售普通止血材料的创面出血量一般为10g/kg;新型碳基快速止血材料二次出血率接近0%,市售普通止血材料的二次出血率约为20%。

产业上下游情况介绍,项目效益分析

近年来,随着我国医疗卫生事业的不断发展,医疗卫生制造行业成为市场经济的热点,为我国止血材料创造了广阔的市场前景。据不完全统计,2016年我国止血材料的市场规模已达到近130亿元,且仍将继续以10%左右的增速保持平稳良好的增长态势。尽管止血材料是医疗卫生市场的重要产品,目前国内市面出售的止血效果好且销量大的产品仍以国外产品为主,售价是国内同类产品的5-10倍。我国止血材料行业产品质量水平较低,主要集中在中低端产品领域。而国外止血材料行业发展较早,技术较为先进,产品质量较好,主要集中在高端产品领域。国内市场急需一款止血效果显著的止血新产品。本项目开发一种质量稳定、止血性能优异碳基止血材料,项目产品有助于打破国外的技术和产品垄断,为其临床应用提供价格优异的国产产品。项目产品有助于降低外科手术的医疗成本,减轻国家和人民的医疗负担,提升我省在止血材料领域的产业竞争力。

项目上游产业包括纤维素加工行业、活性炭制备行业、凝血因子制备行业、医用包装产品行业,下游行业包括止血材料产品的存储、配送、销售和使用等等。项目的执行可以有效实现上下游产业链的衔接,促进上下游产业快速发展。

知识产权情况

本成果由山东省科学院生物研究所联合乌克兰国家科学院生物化学研究所共同开发,相关成果授权发明专利2项。

成果负责人	刘可春	职称 / 职务	研究员	手机	15020009568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

防治金黄色葡萄球菌——溶葡萄球菌酶的高效生产

成果简介

溶葡萄球菌酶是一种含 Zn²⁺ 的金属蛋白酶，最早从模仿葡萄球菌的分泌产物中发现。此酶通过破坏细菌胞壁结构中的甘氨酸 (Gly) 五肽桥联发挥杀菌作用，主要杀灭金黄色葡萄球菌，因此在预防治疗金黄色葡萄球菌引起的病害方面具有潜力。然而，目前溶葡萄球菌酶在医疗等行业中的应用仍然受到其高成本的限制。在本项目中，我们将溶葡萄球菌酶编码基因进行了密码子优化 (Opt-lys)，然后连接到 pET-22b (+) 载体中以实现在大肠杆菌 BL21 (DE3) 中的异源表达。意外的发现，溶葡萄球菌也可以被大肠杆菌分泌到细胞外。基于这一特点，我们建立了一种利用双层平板筛选分泌型溶葡萄球菌酶突变体的高通量方法。结合常温和室温等离子体诱变 (ARTP) 技术，获得了溶葡萄球菌酶胞外活性最高的菌株 BL21 (DE3)/pOpt-lys 4-18。进一步的，通过优化发酵条件，实现了溶葡萄球菌酶的最大胞外活力 155.3 U/mL，胞外蛋白质浓度 442.26 mg/L。这是目前研究报道的最高水平。因此，本项目提供了一株高效产溶葡萄球菌酶的重组菌株和生产方法，为溶葡萄球菌酶的规模化应用奠定了基础。

核心技术及指标

1. 实现了溶葡萄球菌酶在大肠杆菌中的胞外生产，这有助于后期产品的纯化，能够降低生产成本。
2. 基于建立的筛选方法，获得了高产溶葡萄球菌酶的突变株，产量达到 442.26 mg/L，为目前研究报道的最高水平。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

金黄色葡萄球菌 (Staphylococcus aureus) 是一种常见的革兰阳性菌，广泛存在于空气、水、灰尘及人和动物的排泄物中。它是一种人兽共患病原菌，可导致人和动物的多种疾病，包括伪膜性肠炎、败血症和脓毒症等，严重威胁人类和动物的生命安全。抗生素最早用来治疗金黄色葡萄球菌引起的感染，但是容易导致耐药性的出现。金黄色葡萄球菌细胞壁中含有大量 Gly 五肽交联桥，而溶葡萄球菌酶 (lysostaphin, Lys) 可以专一性地作用于此结构，从而裂解细胞壁，对金黄色葡萄球菌具有很好的溶菌杀菌效果。成熟溶葡萄球菌酶是一种分子质量约为 27.0 kDa 的 Zn²⁺ 依赖蛋白酶。此外，溶葡萄球菌酶的溶菌活性不受金黄色葡萄球菌生长周期的影响，而且不会产生耐药性。所以溶葡萄球菌酶在预防和治疗葡萄球菌感染，特别是耐甲氧西林金黄色葡萄球菌 (MRSA) 与耐多药金黄色葡萄球菌 (MDRSA) 感染的一种很有前景的治疗剂，在生物技术应用方面也具有巨大潜力。溶葡萄球菌酶的药用价值自上个世纪 60 年代以来一直受到关注，商业开发的多为其重组表达产品。目前，我国已有企业将重组溶葡萄球菌酶研制成药用 (1.1 类新药) 及消毒制剂，用于清除患者浅表病灶的金黄色葡萄球菌定植。

尽管溶葡萄球菌酶有非常大的应用潜力，但由于其生产的高成本，目前仍没有广泛应用于医学或兽医实践或食品工业。过去的研究中，已有几种溶葡萄球菌酶异源过表达系统，包括毕赤酵母、大肠杆菌和乳酸乳球菌。虽然这些研究人员试图提高溶葡萄球菌素的产量，但结果仍不令人满意。在毕赤酵母表达系统中，蛋白表达过程中会发生糖基化，导致酶活性降低。而且毕赤酵母存在发酵周期长、培养成本昂贵、诱导剂甲醇存在危险性等缺点。大肠杆菌具有遗传背景清楚、遗传操作简单、生长繁殖快、目标基因表达水平高，可以快速大规模地生产目的蛋白等优点，其表达外源基因产物的水平也远高于其它原核基因表达系统，所以大肠杆菌成为目前应用最广泛的蛋白质表达宿主。研究人员也利用大肠杆菌作为宿主，进行了不同的尝试。但结果表明溶葡萄球菌酶均为胞内表达，且产量也不高。乳酸乳球菌中 Nisin 控制的基因表达系统 NICE 表达溶葡萄球菌酶时，虽然该系统的下游过程中使用较为简单的层析法进行溶葡萄球菌酶的纯化，但是最终产量仅约 100 mg/L，未能实现高效生产。综上，溶葡萄球菌酶的传统表达系统存在的各种限制，造成溶葡萄球菌酶的价格较为昂贵，售价处于每毫克 300-500 元的水平，亟需一个高效和具有成本效益的生产过程。

知识产权情况

已申请并授权国家发明专利 2 项《一种利用大肠杆菌产溶葡萄球菌酶的方法 ZL202210279685.2》和《一株高产溶葡萄球菌酶的大肠杆菌突变体 ZL202210680493.2》。基于本工作，后续可申请多项相关专利。

成果负责人	徐振上	职称 / 职务	副教授	手机	18953106130
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

牡丹籽油微囊粉功能食品生产关键技术

成果简介

牡丹籽油作为一种新资源食品，是由牡丹籽提取的木本坚果植物油，是中国特有的，因其营养丰富而独特，又有医疗保健作用，被有关专家称为“世界上最好的油”，是植物油中的珍品，也是中国独有的健康保健食用油脂，其含有独特的牡丹皂苷、牡丹酚、牡丹醇等多种天然生物活性成分，且还含有大量 ω 多不饱和脂肪酸、维生素 E、植物甾醇、角鲨烯以及多种微量元素等对人体有益的营养成分，然而牡丹籽油的不饱和脂肪酸类成分在氧化环境中或者高温下，容易被氧化成反式脂肪酸等对人体反而有害成分，影响其产业链的延伸和产业发展。

本成果依托山东省重点研发计划项目，针对制约牡丹籽油高附加值产品研发的关键问题，通过微胶囊化技术，将牡丹籽油复配其他功能性原料，以抗氧化性壁材包裹，开发了一种固态牡丹籽油功能食品，不仅能防止复配物氧化，提高其生物活性，而且更加便于贮存运输及使用。

核心技术及指标

1. 对牡丹籽最佳干燥方式及提取工艺进行了优选，建立了牡丹籽油原料质量控制体系；对牡丹籽油提取精炼工艺参数及工艺过程进行了优化研究，建立了牡丹籽油原料最优制备工艺，制定了牡丹籽油质量标准。
2. 优化了牡丹籽油复配物组合比例，确定了固态牡丹籽油功能食品制备工艺；通过对工艺中试放大、优化及工程化技术研究，建立了固态牡丹籽油功能食品工业化生产工艺技术路线，制定了固态特医食品的牡丹籽油微囊粉质量标准。
3. 基于斑马鱼安全性和活性评价模型，对固态牡丹籽油功能食品进行了功效和安全性评价，为其市场开发提供科技支撑。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

牡丹籽油微囊粉产业链上游属于农产品种植行业，包括牡丹种植和牡丹籽采摘环节，牡丹 (Paeonia suffruticosa Andr) 属毛茛科芍药属灌木，主要分布于山东菏泽、河南洛阳、安徽铜陵等地，目前全国的种植面积大约有 2 万公顷。牡丹籽为牡丹开花后结出的种子，牡丹籽产量较高，7 年左右的牡丹植株每亩可生产牡丹籽 300~400 kg，但其一直作为牡丹花和丹皮的副产物，处于自生自灭的状态，而牡丹籽具有多种活性功能，一直未能得到合理地开发和利用。牡丹籽油作为一种新资源食品，具有极高的研发价值，通过对牡丹籽油高附加值产品的研发，对上游产业的牡丹加工种植行业发展具有极大地促进作用。

产业链下游为消费市场，随着老龄化程度的加深及国民健康意识的提升，治未病理念深入人心。因此，围绕当前功能食品市场消费需求，通过科技背书提升产品的科技含量，保障产品的质量，树立产品行业标杆，开发出安全、有效的牡丹籽油微囊食品功能食品，对下游消费市场具有极强的竞争能力。

知识产权情况

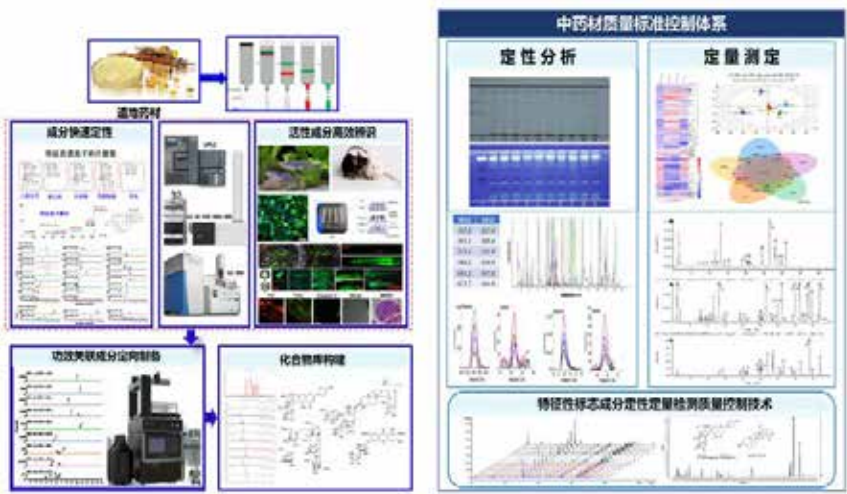
本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 件，申请发明专利 2 件，发表研究论文 4 篇，其中 SCI 收录 2 篇。

成果负责人	刘可春	职称 / 职务	研究员	手机	15020009568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

山东道地药材活性成分样品库的构建及创新药物研究

成果简介

基于中药材多成分、多靶点、多基源的特点，及其在临床应用所处的关键源头地位，以20余味山东道地中药材为基础，重点建立和完善了整合道地药材功效关联活性成分高通量筛选的成分高效辨识与制备技术，创建生物活性天然化合物库，建立了能表征中药材安全性和有效性的整体质量控制与评价技术，系统阐明了山东道地产区中药材功效关联物质成分，建立中药材国际标准，研发基于光谱技术的可用于药材种植加工等过程的快检技术及设备，实现加工种植全过程实时质量控制，解决保障中药安全、有效、质量均一和稳定的关键科学问题。



核心技术及指标

1. 基于质谱离子信息提取策略，结合基于斑马鱼的多器官-多靶点-多疾病模型筛选技术体系，构建了中药材功效关联成分高效辨识与制备技术；综合利用多种质谱策略扫描及多细胞共培养的仿生微流控芯片，构建了多维液质联用、制备色谱、仿生微流控芯片的中药材功效关联成分高效辨识与制备技术；采用细胞膜色谱法结合高通量化学成分分析技术，构建了基于细胞膜色谱的中药材功效关联成分高效辨识与制备技术。对西洋参、北沙参、瓜蒌、黄芩、酸枣仁、香附、银杏叶、水蛭等山东道地药材开展了成分分析及活性成分定向分离，累积分析鉴定出3000余个化合物，相关信息收录于构建的生物活性天然化合物样品库。

2. 已完成1000余个样品的活性筛选，初步筛选出Murrayafoline A (MA)、绿原酸、新绿原酸、奎宁酸、小檗碱等10个化合物可作为新药先导化合物，用于神经炎症、心血管等疾病治疗药物。采用基于SLICA标记的热蛋白质组分析 (TPP) 进行研究，鉴定出MA的潜在作用靶点

为特异性蛋白1 (Sp1)。采用表面等离子体共振 (SPR)、细胞热移测定 (CETSA) 和药物亲和力反应靶稳定性 (DRATS) 实验，证明了MA与Sp1之间的直接相互作用。进一步利用转染siRNA技术，验证了MA是通过与Sp1相结合从而发挥抗炎作用。

3. 对药材、粉末、提取物等特异性标志成分进行有效辨识，构建中药材质量标准控制体系，实现以特征性成分为指标的质量控制。起草制定了黄芩药材、粉末、提取物及配方颗粒美国药典质量标准；起草制定了酸枣仁药材、粉末、提取物美国药典质量标准；起草制定了蔓荆子药材美国药典质量标准，并已提交至美国药典委员会。

4. 基于近红外光谱技术构建了以金银花等重要道地药材为研究对象质量数据模型，实现道地药材的快速鉴别和实时放行。成功研发了道地药材质量专用光谱仪，其检测速度远超传统LC-MS联用方法，为药材产业提供了高效、实用的检测工具。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

成果的实施为道地药材提供符合药典要求的质量标准，为我国中药质量控制标准的建立技术提供示范，为中药的安全性和有效性提供保障，具有重要的社会效益；成果为道地药材的临床试验提供关键的数据支撑，有助于道地药材相关的中药产品走向市场，有利于我国特有中药产品的市场开拓，具有重要的经济效益。

知识产权情况

申请国家发明专利5项，申请PCT专利1项，授权国家发明专利7项，登记软件著作权2项；发表论文13篇，其中SCI论文11篇。

成果负责人	刘可春	职称 / 职务	研究员	手机	15020009568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

秀丽隐杆线虫抗衰延寿评价平台及应用

成果简介

秀丽隐杆线虫具有全基因组已知，遗传背景清晰、培养成本低、占用空间小、可大量储存、生命周期较短、繁殖迅速且育雏数多、基因资源丰富以及对环境变化敏感且具有耐受性，行为反应模式稳定、结果灵敏可靠等优势，是模式生物中的“优等生”。该模型适用于抗衰老延寿活性物质的筛选、抗衰老延寿活性评估、机制研究及相关产品的开发，在活性物质的抗衰老研究等领域具有广泛的应用前景。

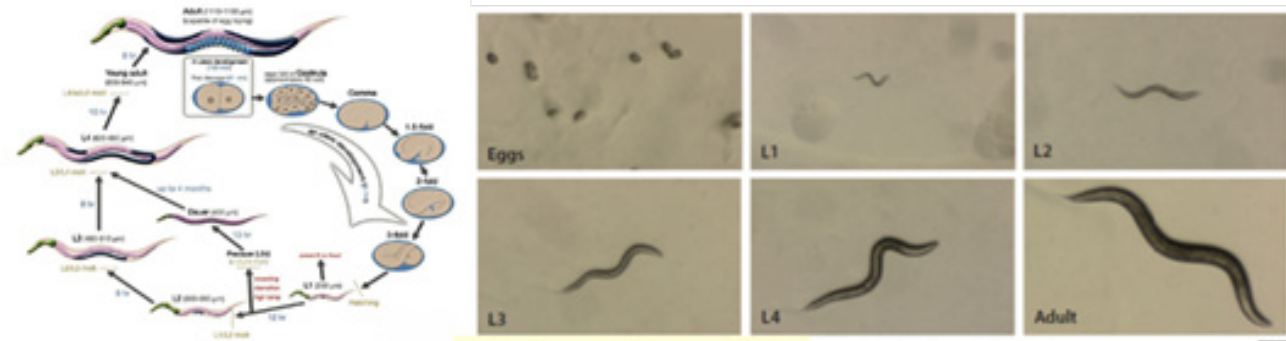


图1 秀丽线虫生命周期

核心技术及指标

平台具有完善的虫株品系、系统的寿命评价、抗衰老评价、抗炎评价、抗菌评价方法和技术；配备有倒置荧光显微镜、体式显微镜、普通光学显微镜、荧光定量PCR仪、线虫生化培养箱、超净工作室、荧光酶标仪、线虫洗板机、激光共聚焦显微镜等仪器设备。

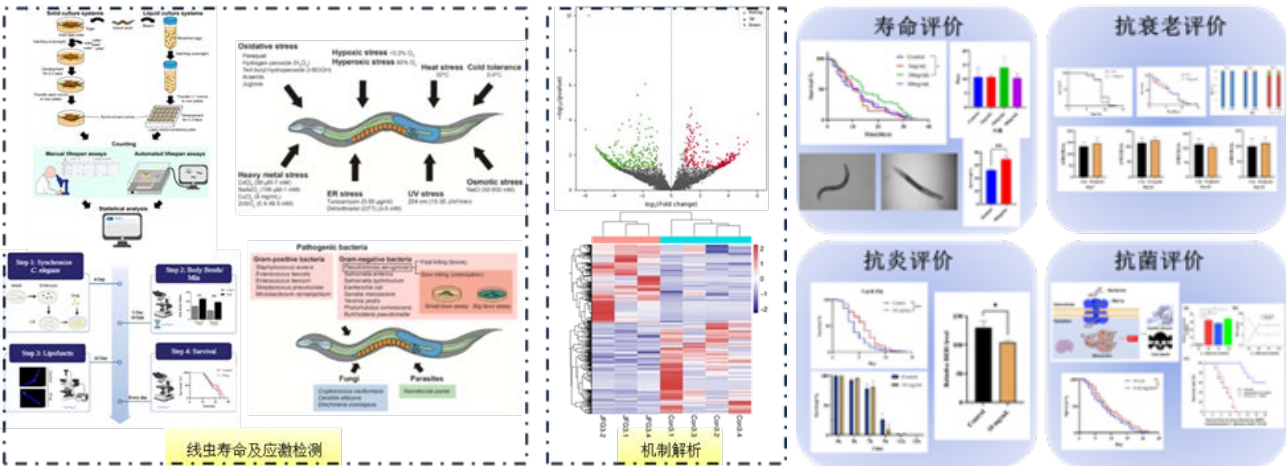


图2 平台技术

产业上下游情况介绍，项目效益分析

秀丽隐杆线虫作为模式生物，在多个领域的研究中都有重要的应用价值，其研究成果对人类健康和疾病的理解有着重要贡献。通过线虫的研究，可以深入了解生物的基本生理和生化过程，揭示疾病的发生机制，加速药物研发进程，并最终提供更好的健康和医疗服务。

知识产权情况

论文：
1. Biogerontology, 2023, doi: 10.1007/s10522-023-10058-7
2. 生物资源, 2023, 45(1), 9-15

成果负责人	夏雪奎	职称 / 职务	研究员 / 副所长	手机	15053125335
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

海参抗菌肽及其应用技术

成果简介

基于海参组学信息挖掘、优化设计的海参抗菌肽，具有广谱抑菌活性、抗 MASR 活性，化学合成及生物合成工艺完善。

核心技术及指标

- 阳离子肽：长度 18-20 aa
- 抗 MASR：MIC=3 μM
- 稳定性：血浆稳定 48 h，温度稳定 48 h，菌液稳定 48 h
- 溶血活性：无
- 细胞毒性：无
- 抗菌谱：革兰氏阳性菌、革兰氏阴性菌
- 制备方法：化学合成、生物合成；肽的纯化、发酵工艺

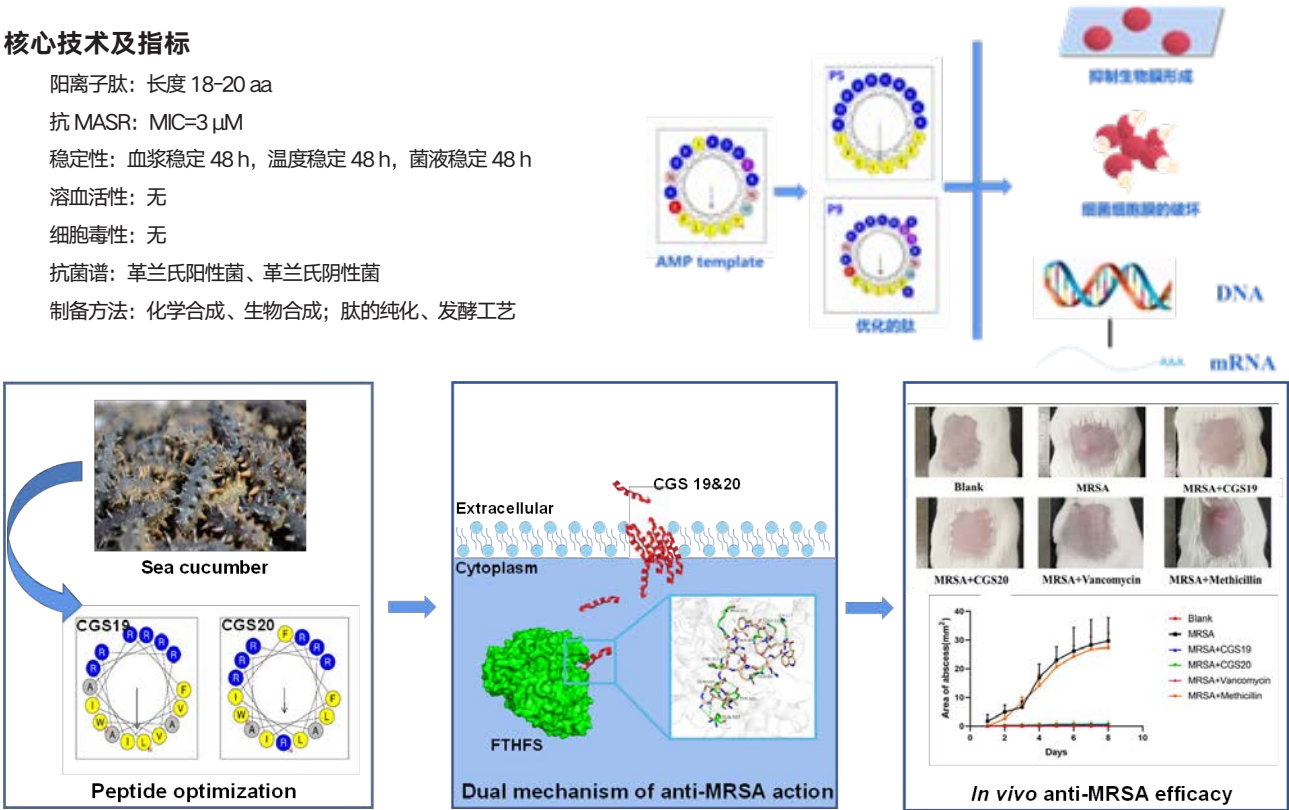


图 1 海参抗菌肽的活性机制

产业上下游情况介绍，项目效益分析

根据市场调研机构研究报告表示，全球多肽药物的市场销售额大约 500 亿美元左右，国内的多肽药物市场大约有 500-600 亿元人民币的份。2016-2020 年，我国抗菌肽市场规模处于稳定增长态势，年均复合增长率达到 9.0% 以上，发展到 2020 年，抗菌肽市场规模已突破 100 亿元。预计 2026 年，我国抗菌肽市场规模将达到 150 亿元。全球多肽市场有 85% 市场集中在肿瘤、糖尿病等慢性病治疗领域，急救和手术辅助用药占 15% 左右。我国已上市多肽药物达 40 余种，主要涉及免疫、消化道、抗肿瘤、骨科、产科、糖尿病和心血管等七大领域。而在传统抗生素占主导地位的抗感染领域，多肽药物应用则几近空白。主要应用领域包括医药、食品、农业、护肤保健品等。

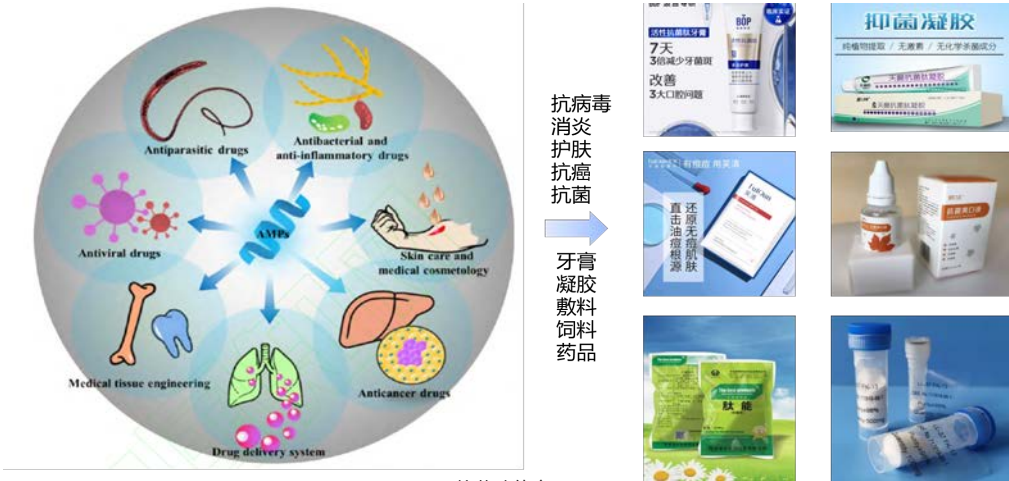


图 2 抗菌肽的应用

知识产权情况

论文：

1.Development of Antibacterial Peptides with Membrane-Disruption and Folate Pathway Inhibitory Activities against Methicillin-Resistant Staphylococcus aureus, Journal of Medicinal Chemistry, 2024, 67(2):1044-1060.

2.Two optimized antimicrobial peptides with therapeutic potential for clinical antibiotic-resistant Staphylococcus aureus. European Journal of Medicinal Chemistry. 2019, 183, 111686.

专利：

- 1. 抗菌肽 CGS7 及其制备方法和应用 . ZL202210133652.7
- 2. 抗菌肽 H5-P5 及其制备方法和应用 . CN110156875B.



图 1 海参抗菌肽的活性机制

成果负责人	夏雪奎	职称 / 职务	研究员 / 副所长	手机	15053125335
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

西洋参特色中药材产业链 关键技术研究及健康产品研发

成果简介

文登西洋参在产量和品质方面具有明显优势，但随着种植面积不断扩大，也面临着制约发展的重大难题。本成果针对西洋参生产上土传病害及连作障碍严重的现状，建立西洋参规范化高效栽培模式；并在此基础上开展文登西洋参的质量品质评估，阐明文登西洋参发挥功效的分子机制，推动文登西洋参药理功效的现代学科诠释及临床精准用药，提高了相关产品的科技含量。

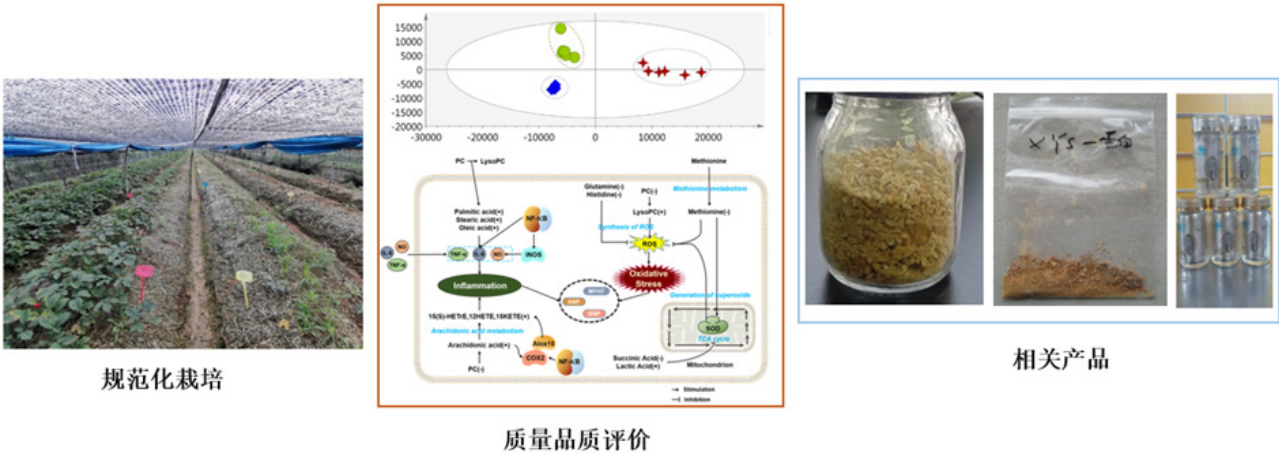
核心技术及指标

1. 基于土壤 - 微生物 - 根际效应的三维关系，系统分析了西洋参 1-4 年连续种植过程中土壤化学性质、根际自毒物质、细菌群落结构与组成、真菌群落结构与组成以及病原菌的动态变化，阐明西洋参种植导致土壤微生态恶化从而形成连作障碍的机制；系统调查了 22 块西洋参栽培地土壤肥力状况，采用综合指数法建立了西洋参土壤肥力质量的定量评价方法，建立了结合喷灌设施的水肥一体化“西洋参精准施肥技术”；建立了采用生物有机质 - 蚯蚓粪、生物炭进行土壤改良的措施，在前期开展的西洋参 - 玉米轮作制基础上，建立了“轮作小麦 / 玉米 5 年 + 土壤熏蒸灭菌 + 施用土壤改良剂”

的西洋参连作障碍综合克服技术。

2. 采用微流控芯片及多种体内外活性评价模型对西洋参化合物开展了铁死亡、心肌炎症等筛选，阐明人参皂苷 Rb1 通过改善炎症、调节氧化应激及代谢紊乱起到了心肌保护作用；对抗癌活性化合物人参二醇（PPD）进行了研究，其靶向 RBBP4 蛋白减少了组蛋白 H3 赖氨酸 27 位三甲基化的发生，从而发挥抗 HCT116 细胞增殖和迁移的作用；基于斑马鱼模型开展西洋参提取物及其化合物的活性评价，明确西洋参具有抗骨质疏松、缓解低氧损伤、诱导 IBD 肠炎等功效。

3. 采用代谢组学研究方法，对比了文登、延边、安大略省、威斯康辛州四个不同产地西洋参的代谢物全谱，确定文登西洋参中含量最高的三个人参皂苷类标志物；明确上述化合物能够有效的与 Hsp90α 蛋白结合，失活下游 SRC 和 PI3K 蛋白的磷酸化过程，最终通过抑制 Akt 和 ERK 信号通路诱导肿瘤细胞凋亡；对文登西洋参全株资源（茎叶、花和根）提取物中的皂苷类成分进行分析，并预测其冠心病治疗潜力相关的靶点；获得西洋参皂苷、西洋参蛋白、西洋参功能饮料、铁皮石斛西洋参黄芪胶囊、西洋参枸杞子三七酒等相关产品 11 个。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

成果阐明不同生长期合理栽培对西洋参品质的提升作用，西洋参药材产量提升 30% 以上，病虫害综合防治效果达到 85%以上；实现西洋参活性物质及其药用价值和保健功能的深度挖掘，通过新产品、新技术创新集成和示范应用，解决了产业发展中的关键性技术问题，极大地促进了发展西洋参产业、区域经济建设与生态建设融为一体，对保障产品质量安全、提质增效、推动产业持续发展具有重大意义。

知识产权情况

申请专利 19 项，其中发明专利 4 项；发表论文 10 篇，其中 SCI 7 篇；发布团体标准 7 项，获批软件著作权 4 项；研发功能产品 11 个。

成果负责人	刘可春	职称 / 职务	研究员	手机	15020009568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

芽孢形成相关基因在影响菌株生长及产酶中的应用

成果简介

构建芽孢缺失菌是对芽孢杆菌等细胞工厂进行改造的一个重要方向。芽孢形成相关基因很多，如 spo0A、sigmaE、sigmaK 等，这些基因在芽孢形成过程中的单基因功能及基因间互作关系已有研究报道。研究发现，芽孢基因不仅影响芽孢的形成，对于菌株的结构、生长、代谢产物生成等也有调节作用，例如一定阈值的 spo0A 能够促进菌体被膜的形成；spo III D 在苏云金芽孢杆菌中不仅为形成芽孢所必须，也与晶体蛋白表达相关；在产芽孢梭菌中，芽孢形成相关基因既能影响芽孢形成，也与丙酮，丁醇等有机物的发酵生产有关。成果揭示了芽孢形成相关基因与淀粉酶、果胶酶、脂肪酶等降解酶表达生产的关系，构建了降解酶表达量提升的系列适用基因工程菌。

核心技术及指标

芽孢杆菌（包括枯草芽孢杆菌、克劳氏芽孢杆菌等）通过基因功能验证及敲除，在不影响菌体生长能力和发酵生产能力的条件下，控制芽孢的形成，构建适用于连续高密度发酵生产的系列基因工程菌株。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于芽孢杆菌类微生物在有限芽孢形成的条件下实现连续高密度发酵

知识产权情况

菌种构建技术已获得 4 项国家发明专利授权，获得 2 项国际发明专利授权

成果负责人	肖静	职称 / 职务	教授	手机	18605485586
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

药食同源抗神经系统疾病活性成分的发现及功能产品研发

成果简介

近年来，随着我国步入老龄化社会，阿尔兹海默病（Alzheimer’ s disease, AD）、帕金森病（Parkinson’ s disease, PD）和癫痫等神经系统疾病发病率快速增长，严重损害患者的生存质量。全球每 3 秒钟就会新增一位 AD 患者，目前我国 AD 患者已达 1000 万人，PD 在 65 岁以上人群中的患病率高达 1.7%，我国 PD 人数已超过 300 万，且每年新增患者约 10 万人，已成为“PD 第一大国”。我国癫痫的“终生患病率”约 7‰，患病人数也多达 900 万人。神经系统疾病患病率日益攀升，然而其早期临床症状并不明显，且具有病程长、致残率高、过早死亡等风险，严重损害患者的生存质量，给社会、家庭和个人带来沉重的负担。目前，药物干预是最为成熟、使用最多的手段，也是治疗的首选。然而，疗效显著、副作用小的治疗神经系统疾病的药物还比较缺乏。因而，防治神经系统疾病药物和功能性食品的研发已成为当务之急。

目前，“药食同源”中药材日益受到人们青睐，相对西药靶点特异性强及起效快等优势，中药则具有多靶性、多成分、多功效的三多特点。众多研究和实践证明，中药可被用于治疗记忆力减退、失眠、痴呆等神经退行性疾病。因而，“药食同源”中药食材具有的回苏醒神、改善认知的功效也逐渐被人们所重视。近年来，多味传统中药如杜仲、金盏菊、天麻、麝香、冰片、石菖蒲、苏合香和安息香等均被发现具有通关开窍和清脑提气等作用。药理学研究表明，这些中药的神经相关作用机制可能与调节血脑屏障通透性、抑制炎症反应、抗 Ca2+ 超载所致神经毒性、抗氧化应激损伤、调节中枢神经递质及其受体、抗凋亡等有关，但其主要药效物质成分尚不明确。因此，解析这些中药材的神经保护活性成分及功效，建立活性成分高效制备工艺，并将其打造成“药食同源”功能性产品，将对预防或缓解神经系统疾病发生发展具有重大意义。

本项目以“药食同源”中药材杜仲、银杏叶、金盏菊、天麻等为原料，对其全成分进行高效解析，基于“化学指纹谱-功效网络靶标-活性评价”对其抗 AD、抗 PD、抗癫痫等神经保护活性成分进行高通量筛选，并开展活性成分的生物确证，建立了神经保护活性成分的高效筛选-验证技术体系。筛选获得杜仲醇、杜仲醇苷 B、松脂醇 4,4’-二-O-β-D-葡萄糖苷、京尼平苷酸、橄榄脂素、奎宁酸、蓖麻油酸等 10 多种具有神经保护功能的活性成分，目前，已经开发出杜仲叶茶、天麻饮片、金盏菊微栅栏眼贴等多种产品。

核心技术及指标

1. 基于模式动物斑马鱼，建立了适用于“药食同源”来源的天然成分的神经保护活性筛选和安全性评价技术体系，一周内可完成一轮筛选评价。
2. 基于杜仲、银杏叶、金盏菊、天麻等“药食同源”中药开展 1000 余种天然成分神经保护活性的筛选和评价，获得多种具有神经保护功能的活性成分，包括杜仲醇、杜仲醇苷 B、松脂醇 4,4’-二-O-β-D-葡萄糖苷、蓖麻油酸等。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前我国 AD 患者已达 1000 万人，PD 人数已超过 300 万，癫痫患病人数也多达 700 万人。随着我国步入老龄化社会，神经系统疾病患病率日益攀升。然而神经系统疾病具有病程长、致残率高、过早死亡等风险，给社会、家庭和个人带来沉重的负担。卫生经济学研究显示，PD 患者年均经济负担超 2 万元，而全球 AD 患者每年治疗花费更是高达 1 万亿美元，到 2030 年这一数字将激增至 2 万亿美元。目前，药物干预往往具有副作用大，耐药性强等特点。中药是我国的瑰宝，其中许多中药具有“药食同源”的特性，这些中药往往具有副作用小，多靶点等特点。近年来，多味“药食同源”中药如杜仲、天麻等均被发现具有通关开窍和清脑提气等作用。因此，解析这些中药材的神经保护活性成分及功效，开展活性成分高效制备，并将其打造成“药食同源”功能产品，对预防或缓解神经系统疾病发生发展具有重大意义。

知识产权情况

本项目发表高水平论文 9 篇，其中 SCI 论文 5 篇，中文核心 4 篇；本项目拥有自主产权，授权发明专利 2 项。

成果负责人	靳梦	职称 / 职务	研究员	手机	13127104334
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

药食同源类系列功能食品开发与应用

成果简介

本成果以传统中医理论体系为指导，围绕降血糖、降血脂、降体脂、美容养颜、解酒护肝等市场需求，以药食同源材料及果蔬、五谷等未材料开展配方设计，同时优选包括嗜酸乳杆菌（Lactobacillus acidophilus）、鼠李糖乳杆菌（Lactobacillus rhamnosus GG）、植物乳杆菌（Lactobacillus plantarum）等在内的肠道益生乳酸菌、酵母菌和双歧杆菌，结合现代工业化控制发酵技术，层层把关，严格遵循 GMP、SSOP、HACCP 生产控制方案和 ISO9001 质量管理体系要求，历时 120 天精心发酵而成。产品不含任何药物或有害成分，产品安全性高、功效明确；为了确保产品品质和安全性，研发团队还自主建立了系统完善的科学评价体系，囊括细胞学、动物学再到人群评价，为产品品质奠定了坚实的基础，符合当前大健康市场的旺盛需求。

核心技术及指标

1. 发酵复合果蔬类（美容养颜功能）

经专业医学团队进行原料配方设计，精选富含膳食纤维的水果和药食同源食材为原料，综合低温提取技术和益生菌发酵工艺，萃取和转化原料中的天然有效成分。萃取出的膳食纤维有保护肠壁、活化肠内有用的细菌、调整胃肠功能的作用，所以它能够有效地清理肠道，预防便秘。同时，经益生菌代谢产生的生物酶可促进食物分解，增加肠胃蠕动。产品所添加多种肠道益生元可以有效调节肠道菌群平衡，预防和治疗便秘，抑制肠道腐败菌及毒素产生，是润肠通便、呵护肠道健康的佳品。

2. 发酵荷叶复方（降体脂功能）

经专业医学团队进行原料配方设计，精选促进机体新陈代谢的药食同源食材为原料，综合低温提取技术和益生菌发酵工艺，萃取和转化原料中的天然有效成分。主要成分：荷叶、山楂、决明子、白芸豆提取物等本产品所添加多种益生元可以有效调节肠道菌群平衡，同时，所添加的左旋肉碱是脂肪代谢过程中一种必需的辅酶，能促进脂肪酸进入线粒体进行氧化分解，本产品是减肥瘦身的佳品。

3. 发酵桑葚复方（安神助眠功能）

经专业医学团队进行原料配方设计，精选具有镇静安神、调节神经系统等功能的药食同源食材为原料，综合低温提取技术和益生菌发酵工艺，萃取和转化原料中的天然有效成分。主要成分：百合、酸枣仁、桑葚、γ-氨基丁酸等. 本产品所添加多种益生元，可以有效调节肠道菌群平衡，同时，添加的 γ-氨基丁酸是中枢神经系统中很重要的抑制性神经递质，具有镇静、催眠、抗惊厥、降血压的生理作用，本产品是镇静安神的佳品。

4. 发酵葛根复方（解酒护肝功能）

经专业医学团队进行原料配方设计，精选具有有明确解酒功能的药食同源食材为原料，综合低温提取技术和益生菌发酵工艺，萃取和转化原料中的天然有效成分。主要成分：葛根、陈皮、枳椇子等. 本产品所添加多种益生元，可以有效调节肠道菌群平衡，同时，添加的活性多糖、谷氨酰胺等成分具有解酒护肝、调节免疫等功能，是保护肝脏、缓解酒后不适的养生的佳品。

5. 发酵五谷类（益肾乌发功能）

经专业医学团队进行原料配方设计，精选黑豆、黑米、黑芝麻等药食同源食材为原料，综合低温提取技术和益生菌发酵工艺，萃取和转化原料中的天然有效成分。主要成分：黑豆、黑米、黑芝麻等。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该系列技术以健康食品市场需求为导向，将传统中医理论与现代生物技术有机结合，以药食同源资源为核心，开发益生菌发酵工艺，并整合生物酶解、新资源食品配方设计等技术，同时构建集体外、细胞、动物在内的多级功效评价体系，开发具有解酒保肝、益肾乌发、安神助眠、润肠通便等功能明确的益生菌发酵系列食品，符合当前大健康市场的旺盛需求。

知识产权情况

酿酒酵母菌 AMnb091、分离培养方法及应用 ZL2022103889248

植物乳杆菌 LP1406 及分离培养方法 ZL2022103889267

成果负责人	赵林	职称 / 职务	教授	手机	13953107589
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

一种辅助保护胃粘膜的北沙参多糖

成果简介

北沙参具有养阴清肺、益胃生津的功效，味甘、微苦，归肺、胃经，用于胃阴不足、肺热燥咳、虚癆久咳、阴伤咽干、口渴等症，可用于保健食品。山东省是全国公认的优质北沙参道地产区，在全国范围内知名度高，且北沙参入选了“鲁十味”道地药材品牌。长期或大量饮酒容易引起胃阴不足，导致胃脘隐隐作痛、饥不欲食、口燥咽干等一系列胃阴虚症状。本项目利用多种现代加工技术和检测手段，从北沙参中分离得到一种北沙参多糖，发现其能够显著改善酒精引起的急性胃损伤，并开发了一种具有辅助保护胃粘膜的保健食品。

核心技术及指标

1. 本项目建立并优化了一种高效的北沙参多糖提取方法。

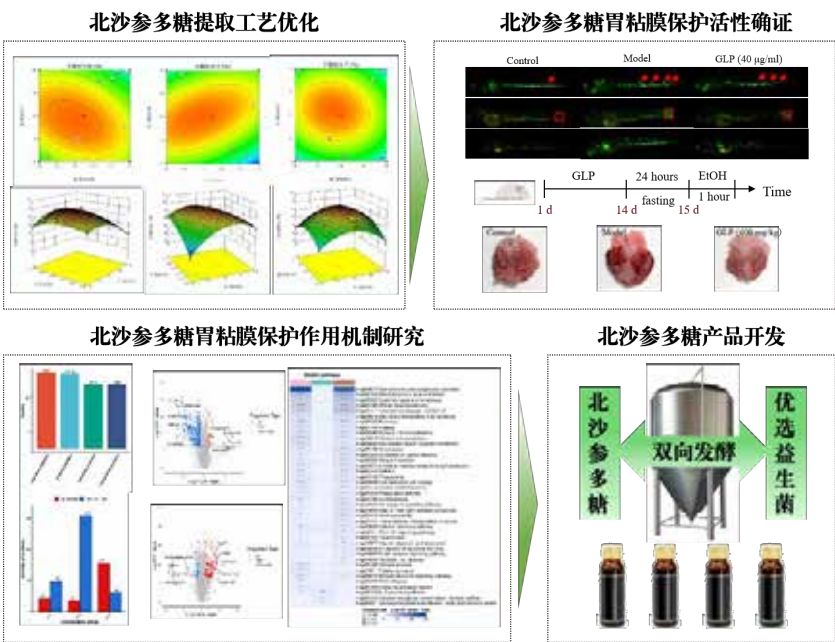


图 1 北沙参多糖提取工艺优化、活性确证、机制研究及产品开发示意图

2. 本项目依据保健食品功能检验与评价方法（2023 年版），完成了北沙参多糖辅助保护胃粘膜功效评价，发现北沙参多糖对酒精性胃粘膜损伤具有显著的保护作用。
3. 本项目利用蛋白质组学技术，阐明了北沙参多糖胃粘膜保护作用机制。
4. 本项目以北沙参为主要原料，开发了一种辅助保护胃粘膜的口服液。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

胃病已成为一个全球性问题，威胁着世界 5-10% 的人口。胃粘膜屏障在防治急、慢性胃病具有重要作用。长期或过量饮酒，容易导致胃粘膜损伤，引起胃脘疼痛、口燥咽干等胃阴虚相关症状。北沙参是治疗胃阴虚的常用中药，以北沙参为君药的益胃汤、一贯煎、阴虚胃痛颗粒等在临床治疗胃阴虚导致的慢性胃炎中取得显著疗效。北沙参是伞形科植物珊瑚菜 *Glehnia littoralis* 的根，又名珊瑚菜，在道地产区莱阳具有长期食用历史，属于可用于保健食品的中药材，其成分主要包括多糖、香豆素类、聚乙炔类、木脂素类、酚酸类等，具有免疫调节、抗炎、抗氧化、抗肿瘤等多种药理活性。多糖是北沙参的主要药效物质，目前研究主要集中在提取工艺及其免疫调节活性上，北沙参多糖的结构特征和发挥活性的作用机制还不明确。本项目以北沙参为原料，建立并优化了一套北沙参多糖的高效制备技术，发现北沙参多糖辅助保护胃粘膜功效显著，基于此开发的一种辅助保护胃粘膜的口服液，功效明确，受众群体广泛，具有广阔的市场前景。

知识产权情况

已申请发明专利 1 项。

成果负责人	夏青	职称 / 职务	助理研究员	手机	13969013052
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

一种具有抗骨质疏松作用的西洋参功能食品

成果简介

西洋参是五加科、人参属多年生草本植物，原产于美国、加拿大，上世纪 80 年代成功引入我国东北、华北、西北等地，目前在吉林长白山、山东威海、陕西汉中等地均有大量栽培。西洋参以根入药，主入心、肺、肾经，具有强壮滋补、滋阴润肺、养胃生津等功效。西洋参化学成分类型丰富，包含皂苷类、多糖类、聚乙炔类、黄酮类等，其中皂苷类成分为其主要的活性成分之一，具有神经保护、心血管保护、代谢调节、免疫调节、抗肿瘤、抗氧化等多种生物活性。此外，尚有研究报道，西洋参临床上可用于骨质疏松治疗，西洋参粉末可有效抑制和改善雌性去势豚鼠骨质疏松症状。2023 年 12 月，国家市场监督管理总局、国家卫生健康委、国家中医药管理局联合发文，将西洋参纳入保健食品原料目录。

本成果构建了实验周期控制在 5 天内的新型骨质疏松斑马鱼模型，并研究发现了西洋参在抗骨质疏松方面的新活性。采用代谢组学技术和生物信息学方法，结合骨质疏松斑马鱼模型，对西洋参皂苷提取物的抗骨质疏松作用机制进行研究，发现其可通过调控成骨细胞和破骨细胞相关基因的表达，参与嘌呤代谢、三羧酸循环、磷酸戊糖代谢途径，回调 10 个关键生物质量标志物的含量，从而改善泼尼松龙诱导的骨质疏松症状，为西洋参用于骨质疏松症的防治提供依据。此外，本成果以药食两用中药西洋参为原料，还开发了具有改善骨质疏松症的功能食品一种。

核心技术及指标

- 建立并优化了西洋参改善骨质疏松的功能成分定向制备工艺 1 项，功效成分纯度达 50% 以上；
- 明确西洋参抗骨质疏松作用机制及关键生物标志物；
- 开发具有改善骨质疏松症的功能食品一种。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

骨质疏松症是一种骨吸收超过骨形成导致骨退化的代谢性疾病，以骨量降低、骨组织微结构损坏及骨强度降低为特征。骨质疏松症早期通常没有症状，或表现为乏力、腰背部不适或酸痛，典型症状的出现常常发生于骨折之后，治疗不佳者病情逐渐进展，可因关节畸形、僵硬而丧失功能。随着我国人口老龄化进程的加快，骨质疏松症的患病率呈逐年上升趋势。在我国，骨质疏松症是 50 岁以上人群的面临的重要健康问题之一，其发

病率为 19.2%，其中男性为 6.0%，女性为 32.1%。骨质疏松症致残率较高、治疗周期较长、治疗费用高昂，给患者家庭和社会带来沉重的负担。

目前，现代医学对于骨质疏松症尚无明确的治疗手段，主要以西医药治疗为主，但西药长期应用，不良反应较大，影响患者治疗结局、依从性，远期预后一般。中医学虽然对于“骨质疏松症”的中医病名无明确的记载，但依据骨质疏松症的临床症状体征，骨质疏松症可被归类为“骨痹”“骨枯”“骨痿”“骨极”等疾病。中医讲“药食同源”，大量研究表明，中医药能够调节骨吸收与骨形成，改善骨骼生物力学及形态学性能。因此中医药在治疗骨质疏松症中起着积极作用，且具有多靶点、多效应、不良反应少等优势，可为广大的骨质疏松症患者所接受。中药虽然较西药慢，但是根据患者的症状及舌脉处方用药加以调摄，一般可明显改善患者的症状，从而提高生活质量，恢复骨的强度，预防骨折发生。

本成果采用代谢组学技术，结合骨质疏松斑马鱼模型，研究我国药食同源中药材西洋参抗骨质疏松症的作用机制，并结合生物信息学方法阐明内源性代谢物的变化规律，获得了潜在生物标志物及代谢通路，为西洋参用于骨质疏松症的防治提供参考与依据，市场应用前景广泛。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，申请发明专利 1 项，发表学术论文 1 篇。

成果负责人	张姗姗	职称 / 职务	副研究员	手机	18363056386
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

益生菌发酵食药物质关键技术

成果简介

益生菌和食药物质在食品及医药领域有着广泛应用，我国已经发布了可用于食品和医药工业产品的益生菌和食药物质目录，但是目前在特征原料的选择、菌种发酵特性的发挥、食药物质活性的保持等关键技术上还有研究和应用的广阔空间。本成果通过多年的研究积累，研究了桑椹、枸杞、枣、灵芝、天麻、党参等近 20 种原材料的特征，以及植物乳杆菌、鼠李糖乳杆菌、双歧杆菌等 10 多种益生菌对食药物质原料的发酵特性，并对发酵的液体和固体进行产品化，获得了质量稳定产品的系列关键技术。

知识产权情况

目前本技术成果已经授权发明专利 5 项，实用新型专利 6 项、软著 2 项及制定产品标准和行业标准 10 余项。

ZL201911223427.7 一种双质粒食品级植物乳杆菌表达系统及其应用

ZL201911223430.9 一种食品级植物乳杆菌表达系统及其在酸奶制备中的应用

ZL202010640476.7 一种桑椹鲜酵素及其制备方法

ZL202110079151.0 一种耐酸的小白链霉菌及其在聚赖氨酸发酵中的应用

ZL202210478125.X 一种富含多种活性成分的野生桑黄菌及其培养方法及应用

成果负责人	刘新利	职称 / 职务	教授	手机	18660773985
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



第六部分
食品科学与工程学部

Part 6
FACULTY OF FOOD SCIENCE AND ENGINEERING



食品科学与工程学部

学部简介

齐鲁工业大学食品科学与工程学部于 2021 年 10 月由齐鲁工业大学食品科学与工程学院和山东省食品发酵工业研究设计院整合组建而成。食品学科肇始于 1958 年，1986 年成立食品工程系，是山东省成立时间最早的工科食品院系。山东省食品发酵工业研究设计院始建于 1963 年，隶属原山东省第一轻工业厅，是山东省唯一一家集食品科学及发酵工程研究、食品安全和质量控制、研究生培养教育为一体的基础应用研究机构。食品科学与工程学部实行院所一体化管理体制，具有科教融合优势和鲜明工程特色，是山东省食品工业科技创新及人才培养的主要力量。

食品科学与工程学科为山东省重点学科，支撑的农业科学学科进入 ESI 前 1%；拥有食品科学与工程一级学术硕士学位授权点和生物与医药专业硕士学位授权点；包括食品科学与工程、食品质量与安全、食品营养与健康 3 个本科专业，其中食品科学与工程和食品质量与安全专业入选国家一流本科专业建设点，食品科学与工程专业通过中国工程教育认证；现有全日制在校本科生 1200 余名、全日制研究生 200 余名。

学部师资力量雄厚。现有教职工 172 人，其中教授 33 人，副教授 47 人，博士生导师 14 人，硕士生导师 55 人，拥有山东省黄大年式教师团队 1 个，全国优秀教师 1 人、全国师德标兵 1 人，国家“万人计划”科技创新领军人才、新世纪百千万人才工程国家级人选、科技部“中青年科技创新领军人才”等国家级人才 8 人次，山东省“泰山学者”特聘专家、产业领军人才、青年专家等省部级人才 23 人次。



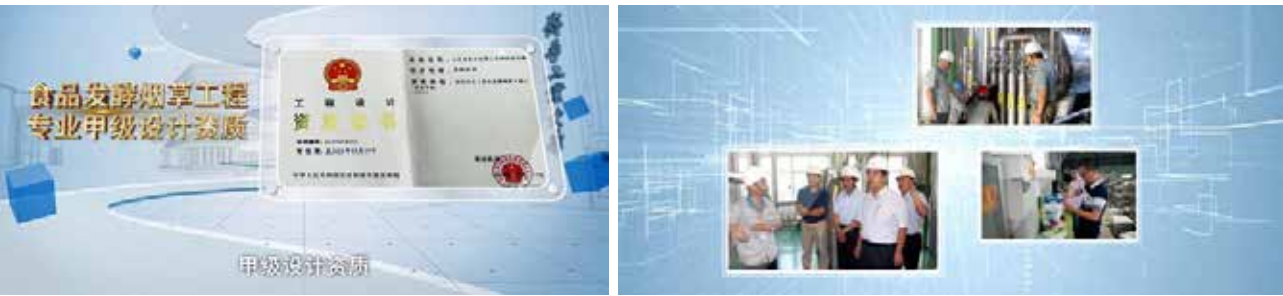
学部平台条件完善。建有生物基材料与绿色造纸省部共建国家重点实验室（淀粉方向）、国家食品企业质量安全检测技术示范中心、国家粮油加工技术研发分中心、淀粉基材料及功能淀粉衍生物山东省工程研究中心、山东省食品发酵工程重点实验室等 11 个国家和省部级科研平台；拥有 50 多处校外本科生实践教学基地和研究生联合培养基地；具有 CMA 检测资质和食品发酵烟草工程专业甲级设计资质；实验室总面积达 10000 余平方米，大型仪器设备总值 10924 万元。

学部办学实力突出。落实立德树人根本任务，培养一流人才。累计培养 2 万余名高素质专业人才，毕业生广泛分布于食品行业科研院所、企事业单位并成为技术创新和管理骨干。

学部长期致力于食品科学与工程领域的科学研究工作，取得了丰硕成果，累计荣获国家科技进步二等奖 1 项、国家技术发明二等奖 1 项、山东省科技进步一等奖 6 项；近五年，科研总经费 1.3 亿元，发表 SCI 论文 763 篇，授权发明专利 157 项，其中国际发明专利 21 项。

学部重视社会服务，深化科技成果转化和产学研合作。在山东省委要求下，成立山东省食品产业创新发展研究院，为政府决策提供智库支持；依托学部设置山东省食品质量促进会、山东省饮料行业协会、山东省乳制品工业协会和山东省预制菜行业协会等 4 家省级食品行业协会，与地方政府和国家龙头企业共建 12 个省级科研平台；累计实施成果转化、承担工程项目（工程设计、咨询报告）1000 余项，成果转化支撑了 40% 变性淀粉、80% 赤藓糖醇和 90% 黄原胶产能，带动经济效益年均增长逾 120 亿元；为地方政府和企业提供定制化的技术咨询和人才培养服务，提升了行业整体竞争力。

学部与国内外著名大学、科研机构和企业形成了良好的合作与交流关系。学部立足于解决食品产业实际需要，推动食品产业高质量发展，为食品产业培养优秀的人才、提供先进的理论和技术。



山东省食品质量监督检验站建于 1976 年，经过多年的发展与完善，检验检测业涵盖 12 大类 577 个食品及非食品产品，具有 CMA 资质，可以出具检测报告。其中包括酒类、饮料、保健食品、包装饮用水、调味品、乳制品、生活饮用水、休闲食品、食品添加剂等大量的理化检验、微生物及致病菌、防腐剂、甜味剂、毒素等的检验检测。

学部大型仪器设备简介

Orbitrap Exploris 高分辨液质联用仪

仪器简介

适用于食品中农兽残，环境污染物，非法添加药物、营养成分等快速筛查确证以及定量检测分析工作。适用于新药研发，药物杂质鉴定、代谢物鉴定、研究与疾病有关的标记物和代谢组学、脂质组学、小分子和生物大分子的相互作用、天然产物结构分析等领域。适用于蛋白质组学：蛋白质组学研究中的蛋白质鉴定、翻译后修饰、生物大分子相互作用、多肽和蛋白质的定量分析。

仪器主要特点及技术指标

- 质谱部分：
1. 离子源部分
 - 1.1 独立的可加热电喷雾离子源 (ESI 源)，集成式气路电路设计，安装离子源时即可实现气路电路连接，自动识别，无需进行额外操作；
 - 1.2 喷针采用 60 度喷雾设计，前后，左右，上下可调，正对废液出口。雾化后，废产物直接进入废液出口，确保离子源腔体洁净；
 - 1.3 具有雾化气和辅助雾化气，进一步提高雾化效率和稳定性，具有强的雾化效果抗污染能力；
 - 1.4 可加热 ESI 源，离子源加热温度最高可达 600℃，不分流的情况下采用纯水作为溶剂，流速为 1l-2000l/min；APCI 流速为 50l-2000l/min；
 - 1.5 全自动注射泵实现质谱直接进样，自动调谐和校正，可通过软件自动切换模式；
 - 1.6 质谱配置软件具备实时监控并反馈喷雾稳定性功能；
 - 1.7 离子源腔体具有观察窗口，可以直接观察喷雾效果以及离子源腔体洁净程度；
 2. 离子传输部分
 - 2.1 离子传输系统必须配有金属离子传输管设计，保护分子涡轮泵，减少真空负担；
 - 2.2 离子传输管独立加热，最高温度可达 400℃，进一步提高去溶剂效果和确保离子传输系统抗污染能力；
 - 2.3 具有真空隔断阀设计，在移去、清洗离子传输部件时，不需破坏真空，待机时不需要消耗氮气；
 3. 质量分析器部分
 - 3.1 质量分析器采用四极杆与静电场轨道阱串联的组合，质量范围 50-6000m/z
 - *3.2 仪器分辨率：140,000 FWHM (m/z ≤ 200)；≥ 4 档可调
 - 3.3 前级四极杆母离子选择：前级四极杆为金属钨共轭双曲面四极杆，高分辨母离子选择≤ 0.4Da ；
 - *3.4.1 线性范围: 分辨率设定为不小于 70000 (FWHM) 时，以克伦特罗为目标物，线性范围≥ 105 (1ppt~100ppb 的浓度水平)，，每个浓度点偏差均小于 10%；
 - 3.4.2 动态范围：>5000
 - 3.5 高分辨质谱采集速率：最高 12Hz；分辨率≥ 70000 FWHM 时，不少于 3 张 / 秒
 - *3.6 质量轴稳定性：设备校正一次后，连续 48 小时内不再校正质量轴，重复进样 100fg 利血平，609 质量精确度≤ 2ppm
 - *3.7 正负离子切换速度：小于 1 秒（即每秒可获得正负离子谱图各一张），在进行快速正负切换模式下连续运行 2 小时，质量轴的稳定性 <2ppm；即用 0.5ppb 氯霉素和 0.5ppb 克伦特罗混合溶液作为测试液，蠕动泵连续进样 2 小时，正负快速扫描同时监测氯霉素和克伦特罗分子离子峰，两者质量偏差小于 2ppm
 - 3.8 灵敏度
 - *3.8.1 全扫描 Full Scan (m/z 100-900) 灵敏度（分辨率保持在 70000 FWHM 或以上）：50fg 利血平进样，S/N>500:1；
 - *3.8.2 选择离子扫描 SIM 灵敏度（分辨率保持在 70000 FWHM 或以上）：25fg 利血平进样 S/N>1500:1；
 - *3.8.4 提高仪器分辨率时，设备的灵敏度基本保持不降低；采用利血平标品 100fg 进样，ESI+ 模式下，分辨率分别为 35000 和 70000 时，其他仪器参数维持不变的前提下，主碎片峰的信号强度值相差不超过 8%。



电感耦合等离子质谱仪

仪器简介

赛默飞 iCAP RQ ICP-MS 拥有强大的抗干扰能力和直观清晰的操作流程，不仅确保大批量数据的准确性，提高实验的分析效率，而且极大地提升实验室的检测能力。

仪器主要特点及技术指标

赛默飞 iCAP RQ ICP-MS 提供最智能的操作、最简便的方法开发和最高效的分析效率。凭借具有动能歧视功能的氦气碰撞模式（KED Mode），实现样品中全元素的分析即便是 Li、Be、B 等低质量数元素，也可在碰撞模式下获得 ppt 级的检出水平。超高真空系统配合低频驱动四极杆质量分析器，确保获得更高的分析灵敏度。四极杆碰撞反应池配合多种干扰消除模式，保证检测数据的准确性。提供灵活多样的碰撞 / 反应气选择，无惧复杂样品基体干扰。



气相色谱 – 质谱联用仪 TraceISQ1300

仪器简介

独特的模块化设计通过快速的故障排除和离线维护能力，节省了成本和时间，独特的模块化设计通过备用的进样口和检测器模块，使实验室的资源得到更有效的利用

- 通过实验室不同 TRACE GCs 上的可互换模块，减少了由于 GC 调整配置产生的样品等待的非生产时间
- 降低运营成本
- 通过在运行过程中真实的氦气节省以及低功率消耗的快速升温，降低运行成本
 - 更小的外形尺寸，节省工作台空间
 - 使用跟踪警报帮助用户更好的管理耗材
- 简化操作
- 柱温箱灯和免工具的 iConnect Column Lock 使得色谱柱安装更简单
 - 直观的图标式 7 英寸触摸屏，提供多个维护程序的视频指南，简化用户的工作流程



仪器主要特点及技术指标

气相：柱温箱温度范围 3℃ -450℃，配有 FID 和 ECD 检测器；质谱：离子化能量 0-150eV 可调；质量范围：1.2-1100u；灵敏度：EI 全扫描 1pg/μL 八氟萘 进样 1μL，扫描范围 50-300u，S/N ≥ 600:1(mass 272，RMS)。

高效液相色谱

仪器简介

UltiMate3000 具有更高的处理样品通量，双泵系统以串联或并联的方式工作完全符合已有的认证方法；更方便的切换装置，快速调整到所需的流速范围；2 维或多维液相具有更高的灵敏度和分辨率。UltiMate3000 型液相色谱按照不同的流速范围（纳升到半制备）以及不同的应用目的（常规分析、蛋白质组学研究、样品半制备）可有七种单泵系列组合和五种双泵组合方式。

仪器主要特点及技术指标

- 技术参数：
1. 流速范围：200 ~ 10,000 μ L/min
 2. 流速准确度：0.1% at 1 mL/min
 3. 流速精度：<0.1% RSD at 1 mL/min
 4. 压力范围：0.1~50 MPA (7250 psi)
 5. 梯度延迟体积：690 μ L, 360 μ L
 6. 检测范围：190-900 nm
 7. 最大采样速度：100 Hz
 8. 噪音：<+mn; 2.5 μ AU at 254 nm
 9. 漂移：<0.1 mAU/h



气相色谱仪

仪器简介

具备集成智能功能的 Agilent 7890B 气相色谱系统以安捷伦 40 多年的气相色谱经验为基础。7890B 气相色谱系统的先进功能可帮助用户在更短的时间内获得更多的分析结果，其高质量设计和可靠性可保证系统在未来数年内始终处于高性能水平。



仪器主要特点及技术指标

- 仪器型号 7890B（FID+FPD+ECD）
- 载气选件：氮气节省模块、氢气传感器和替代载气解决方案可以显著降低氮气的使用量，提高实验室分析的灵活性。
- 软件工具：安捷伦的部件查找工具和 OpenLab CDS 简化了 7890 系列气相色谱的连续操作过程。
- 微板流路控制技术 (CFT) 可提供更好的色谱分离能力并减少样品前处理步骤。
- 保留时间锁定 (RTL) 保持不同次进样、长时间分析或不同仪器分析的保留时间不变。
- 低热容 (LTM) 模块通过快速色谱柱加热和冷却技术缩短了进样间隔时间
- 安捷伦的大阀箱 (LVO) 实现多种分析方法的组合并简化维护流程。
- 多模式进样口 (MMI) 作为程序升温汽化进样器具备多种功能。
- 安捷伦惰性流路帮助用户在从进样到检测的整个过程中都能获得更高的灵敏度。

高支链簇群糊精

成果简介

高支链簇群糊精作为一种新型糊精主要应用在食品和医药领域。与其他碳水化合物补充剂相比，高支链簇群糊精具有粒度分布窄、水溶性高、逆变倾向低以及无味无臭等特点。高支链簇群糊精自 2002 年起在日本上市，作为一种新型碳水补充剂被添加于运动饮料中服务于专业高强度运动人群。在经过大鼠口服毒性和致畸实验后，在 2010 年美国食品及药物管理局认定为公认安全 (GRAS) 的食品。目前，由高支链簇群糊精所开发的运动食品受到运动程度高的业余运动人群和专业运动员的欢迎，帮助他们增强运动耐力、提高运动表现和促进运动后的恢复。高分子量和低葡萄糖当量使得 10% (w/v) 的高支链簇群糊精溶液仅产生为 9 mOsm/kg 的渗透压，作为原材料开发的功能性饮料易于与人体形成等渗状态，从而避免服用后机体血糖的剧烈变化和对器官的损害。

核心技术及指标

经本团队研究的创新酶法工艺，采用固定化酶技术，制得的高支链簇群糊精分子量分布窄（100000-120000D），水溶性高，渗透压低，各项指标优于国外产品。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该产品采用淀粉为原料，酶法加工，技术工艺简单、设备加工效率高，现有功能糖生产线可以改造后使用，成本投入少，按年加工 5000 吨产品，每吨效益 4000 元，年获益 2000 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 2 项。

成果负责人	袁超	职称 / 职务	教授	手机	18866128372
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

功能性口腔速溶崩解膜

成果简介

口腔速溶崩解膜（Orally disintegrating film），又被称为口腔分散膜、口服膜、口腔速溶膜），是一种形似邮票的口服快速（< 60 s）崩解薄膜，无需饮水便可快速水合并粘附在被唾液润湿的口腔粘膜上，分解膜基质并释放活性化合物。体循环的吸收模式避免了胃肠道中生物活性化合物的潜在降解，提高了活性成分的生物利用率。在儿童、老年人和吞咽困难患者等弱势群体中具有较好的依从性和较大的发展潜力。此外，它还兼具薄、灵活、易于管理的特点，在制造、包装和运输过程中稳定，具有可接受的味道和口感。

口服给药途径因其便利性、无创性、适应性、患者依从性和可接受性，目前仍是最受欢迎的给药途径。相比于传统的口服片剂和液剂，口腔崩解膜克服了口服片剂给药不便、依从性差、普适性差的缺点，也避免了口服液剂不易携带、剂量不准确性等问题。作为新型口服载体，口腔崩解膜在药物递送领域被愈发关注。此外，口腔崩解膜被逐渐用于食品领域中功能性活性物质的递送。研究表明，口腔崩解膜是益生菌、酚类化合物、抗菌剂、抗氧化提取物和维生素等活性成分的优秀输送平台。

核心技术及指标

经本团队研究的创新复合膜制备工艺，采用流延制膜技术，完全采用植物基绿色可再生原料，膜的崩解速度低于 30s，同时具有耐折性等良好的机械性能，可以作为各种药品和食品活性成分的优良载体平台。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该产品采用淀粉等植物基绿色可再生原料，技术工艺简单、设备加工效率高，成本投入少，按年加工 5000 吨产品，每吨效益 8000 元，年获益 4000 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

成果负责人	袁超	职称 / 职务	教授	手机	18866128372
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

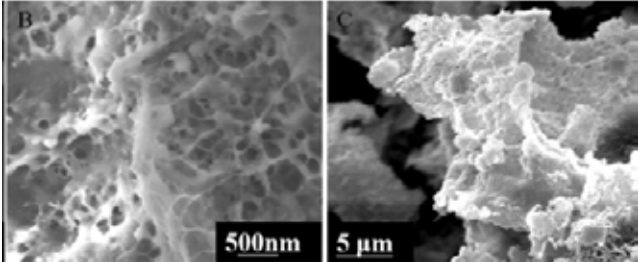
三维网络纳米多孔淀粉

成果简介

多孔淀粉，即微孔淀粉，是一种以淀粉酶在糊化温度下反应而产生的多孔结构，由于多孔淀粉优秀良好的吸附特性以及潜在的应用发展前景使其越来越受到人们的关注。它是新型的淀粉改性产品，其表层具有丰富的可调微孔，从淀粉颗粒表层延伸到中心，直径约为 1nm，孔隙的总容量大约为百分之五十，能够包埋各种目标材料。多孔淀粉在实质上还是淀粉，其特征与原淀粉很相似：可吸收性、生物相容性、无毒性和生物降解性。然而，目前多孔淀粉作为吸附材料的应用程度很小。一方面主要是由于多孔淀粉存在比表面积小、机械强度低、耐热性差等缺点，另一方面目前制备多孔淀粉多采用酶法改性淀粉，吸附效果差，成本高，不易真正实现产业化。我们首次采用牺牲模板法制备了一种新型无污染的吸附剂——三维纳米多孔淀粉基纳米材料。

核心技术及指标

本团队创建了以牺牲模板法对淀粉进行络合刻蚀获得三维网络多孔结构的创新技术，在国内外率先制备出高性能的纳米级别的三维网络多孔淀粉结构。该材料结构密度低，孔径可调，比表面积大，具有较高的容载能力，较传统多孔淀粉材料具有更诱人的应用前景。与普通多孔淀粉相比，其比表面积提高 18 倍，耐高温超过 250℃，对丁香精油、薄荷精油的封装率高达 86.7%，吸附量是普通多孔淀粉的 20 倍之多，各项指标优于国外产品。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

该产品以淀粉为原料，基于牺牲模板原理加工，技术工艺简单、设备加工效率高，突破国内外传统多孔淀粉机械强度低、热力学不稳定性、比表面积小、无法实现客体小分子稳定化高装载及可控释放等缺陷。现有多孔材料生产线可以改造后使用，成本投入少，按年加工 5000 吨产品，每吨效益 8000 元，年获益 4000 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 2 项。

成果负责人	方雯珊	职称 / 职务	副教授	手机	13953118303
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

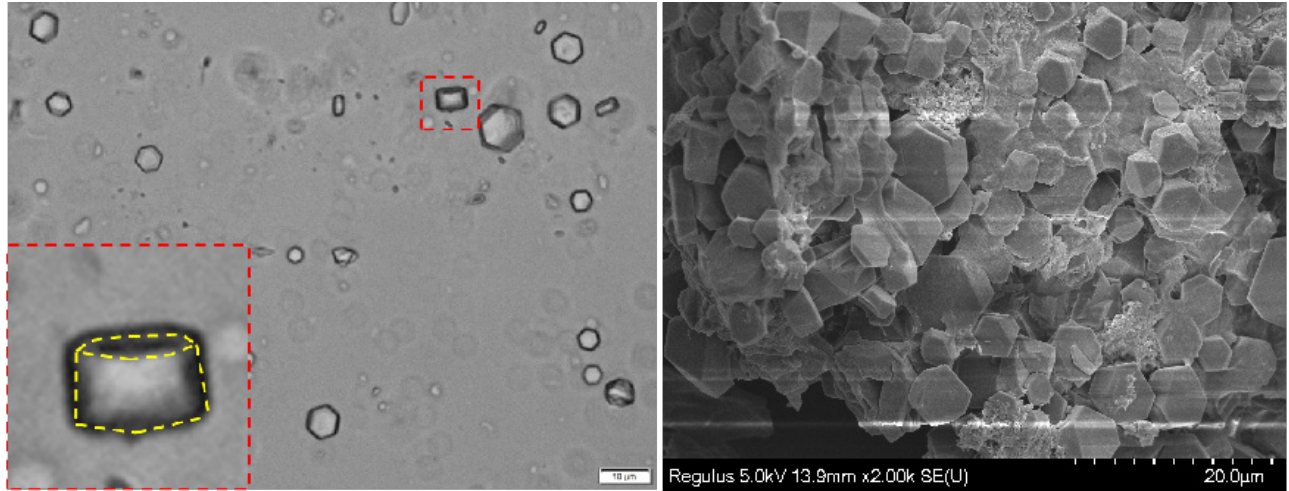
六边微 / 纳米环糊精晶体

成果简介

自 19 世纪发现以来，环糊精在食品和制药领域发挥了重要作用。作为芽孢杆菌和直链淀粉的发酵产物，常见的环糊精由 6-8 个葡萄糖残基组成，即 α、β、γ- 环糊精。这些独特的圆锥形空心圆柱分子具有亲水性外缘和疏水性内腔，使它们能够利用疏水相互作用与客体分子结合形成包合物外，环糊精还提高了非水溶性药物在水中的溶解度，以提高生物利用度和缓释效果。中国环糊精市场规模在 2022 年达 32.58 亿元（人民币）， 同年全球环糊精市场规模达 83.55 亿元。预计全球环糊精市场在预测期间将以 8.2% 的复合年增长率增长，并预测至 2028 年全球环糊精市场总规模将会达到 133.16 亿元。以产品种类分类，环糊精行业可细分为 γ- 环糊精，β- 环糊精，α- 环糊精。以终端应用分类，环糊精可应用于化妆品工业，化学工业，制药工业，饮料，食品工业等领域。我们使用一种极为新颖而简洁的方法，通过对来源广泛的天然植物多糖淀粉进行改性，从而制造出具有完美六边形外观的微 / 纳米环糊精晶体。

核心技术及指标

采用双酶协同改性技术，并通过低温结晶策略诱导策略，在国内外率先制备制造出具有完美六边形外观的微 / 纳米环糊精晶体，规则外观、大小均匀，分子量为 7.12 × 104 g/mol，适用于封装和固载各种活性物质，各项指标优于国外产品。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

该产品以淀粉为原料，基于双酶改性和低温诱导加工，技术工艺简单、设备和原料成本较低，设备加工效率高。现有功能糖生产线可以改造后使用，成本投入少，按年加工 4000 吨产品，每吨效益 8000 元，年获益 3200 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，发明专利 1 项。

成果负责人	方奕珊	职称 / 职务	副教授	手机	13953118303
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

具有指示食品腐败功能的可食用保鲜膜

成果简介

保鲜膜，这一材料技术兴起于 19 世纪 40 年代，随着生活水平的提高，人们对生活的质量要求的提高促使保鲜膜应用更为光广泛。保鲜膜有适度的透氧性和透湿度，调节被保 鲜品周围的氧气和水分的含量，阻隔灰尘，从而达到延长食品的保鲜期的效果。随着国家对环境战略的部署和受当前生活环境污染的高压所迫，塑料保鲜膜的使用造成了白色污染、水体污染、大气污染和塑料回收困难等尤为突出的环境问题。研发非塑料环保食品包装材料迫在眉睫，新食品包装材料具有广阔的市场空间。我们以淀粉为原料，提供了一种具有指示食品腐败功能的可食用保鲜膜。

核心技术及指标

经本团队研究的创新复合膜制备工艺，采用流延制膜技术，完全采用植物基绿色可再生原料，提供了一种具有指示食品腐败功能的可食用保鲜膜，具有绿色环保，无毒无害及可食用的特点，同时具有耐折性等良好的机械性能。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

该产品采用淀粉等植物基绿色可再生原料，技术工艺简单、设备加工效率高，成本投入少，按年加工 5000 吨产品，每吨效益 5000 元，年获益 2500 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 3 项。

成果负责人	方奕珊	职称 / 职务	副教授	手机	13953118303
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

全降解淀粉生物质吸管

成果简介

随着“禁管令”正式落地，全国各地餐饮门店、奶茶店开始使用可降解吸管来代替不可降解塑料吸管，其中使用量最大的是纸质吸管和聚乳酸 (PLA) 吸管。当前市场上普遍采用的纸吸管，使用时间长易软烂，在口感、气味、耐温、耐水性能等方面均让消费者体验不佳。聚乳酸 (PLA) 吸管服役性能虽然接近传统塑料吸管，成本过高（约 3 万元 / 吨），降解局限性大。相比较而言，淀粉是一种天然高分子化合物，具有来源广泛、品种多、产量高、价格低廉（约 0.3 万元 / 吨）、可食用、碳减排能力强等优点，尤其是淀粉因绿色、安全、可食用性而深受食品包装行业的广泛青睐，市场发展前景广阔。

核心技术及指标

本团队开发的全淀粉吸管具有耐泡、耐高温，长时间及高温下不会软烂；淀粉基吸管为绿色可降解产品，甚至可以直接食用；市面上淀粉吸管产品几乎都存在吸管易脆裂，热饮中易溶胀、破裂、絮状物溶出等问题，本团队开发出一种成本低、不易脆裂、热饮中不破裂、无絮状物溶出的可降解淀粉吸管（淀粉含量≥ 95%）； 适合工业化生产。淀粉吸管生产技术操作简单，对设备与场地要求不高。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

按照每条 300kg/h 的生产线约 5-6 人，设备约 130 万元一套。按一根吸管重量 6g（可根据吸管大小而定），产能为 5 万根 / 小时，年生产 1.5 亿根（300 天，900 吨）为例计算。

1. 年销售收入：150000000 根 *0.062 元 / 根 =930 万元
2. 年生产成本：150000000 根 *0.023958 元 / 根 =359 万元
3. 年利润：930 万元 - 359 万元 =571 万元

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，已受理发明专利 5 项。

成果负责人	郭莉	职称 / 职务	教授	手机	19510162320
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

高值化乳制品创制关键技术及产业化应用

成果简介

该成果利用叶蛋白资源和现代化牧场生产的优质奶源为营养基材，运用现代食品加工制造技术，解决了叶蛋白溶解度低、稳定性差、活性成分难于保持等精深加工难题，研发出具有双蛋白营养的叶蛋白液态奶和叶蛋白酸奶，建立叶蛋白乳产品生产线，使双蛋白体系在液体乳和酸乳制品中实现产业化，形成叶蛋白牛奶和叶蛋白酸奶技术标准。本成果为乳制品加工的创新提供了科学参考，这在新型功能性乳品加工行业以及食品加工领域都具有非常重要的应用价值。

核心技术及指标

本项目利用团队自主研发的物理杀菌和低温加工相结合的核心技术，研制叶蛋白液态奶和叶蛋白酸乳产品，建立叶蛋白乳产品生产线，使双蛋白体系在液体乳和酸乳制品中实现产业化，形成叶蛋白牛奶和叶蛋白酸奶技术标准。该项目论证了双蛋白稳定体系的新型加工技术；证实了双蛋白混合体

系的易消化吸收、高生物利用度的双重营养优势，提出了双蛋白混合体系对叶蛋白乳制品加工贮藏品质的稳定作用理论，突破了高值化乳制品的组分稳态化保持、高生物利用度、品质劣变精准控制技术难点。以精准营养和加工特性为依据，实现了乳制品的高值化加工及产业化。通过在项目参与单位的试生产及其他企业的应用进行产业化，实现了功能性乳品的创新升级，为企业带来了良好的经济效益，推动了企业发展，增进了企业间技术成果转化合作。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该成果产品为具有双蛋白营养的叶蛋白乳制品，作为一类大健康食品，双重营养产品是未来功能性乳制品市场中的机会点，必将带来产业结构升级，有利于乳业做强、做优，促进行业的高质量发展。而叶蛋白资源和乳品产业链的有机结合，可开拓两类资源的应用途径，通过产业链条的延伸拓展，可带动奶牛养殖、牛奶加工及其它相关产业的现代化发展，由此助推生鲜乳资源、植物蛋白资源的高值化利用，激活区域的经济活力，增加劳动力就业，带动老百姓致富。

项目完成后，每年生产时间为 365 天，每天产 10 吨叶蛋白牛奶和叶蛋白酸奶，每年可生产 3650 吨，按照市场价格 4.9 元 /200g/ 盒，则每年新增销售收入为 8000 万元，年利润 1600 万元，利税 400 余万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项，实用新型专利 3 项，外观设计专利 2 件，发表中科院 SCI 期刊 1 区论文 9 篇。

成果负责人	王存芳	职称 / 职务	教授	手机	18353108782
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

淀粉基多功能水凝胶

成果简介

水凝胶是一种具有三维网状结构的亲水性聚合物材料，因其良好的柔韧性、生物相容性、离子传递能力等优势，在柔性可穿戴传感器、电子皮肤、组织工程和伤口敷料等领域具有重要的应用潜力。目前，大多数水凝胶是通过传统石油衍生物的化学交联而成，随着资源短缺和环境问题的日益突出，开发柔性的“绿色”的水凝胶势在必行。淀粉基水凝胶具有可再生、低成本、生物相容性、可降解性等优势，针对淀粉水凝胶机械脆性、导电性差、吸水性强、不抗冻、易受细菌污染等问题，不易真正实现产业化，本成果中，利用物理交联、物理化学双交联、疏水缔合等策略，首次制备了淀粉基多功能水凝胶。

核心技术及指标

本团队利用物理交联、物理化学双交联、疏水缔合等技术的淀粉基多功能水凝胶的创新技术，在国内外率先制备出内部多孔网络均匀、机械性能强、高导电、抗冻、抗菌和抗溶胀的淀粉基多功能水凝胶，伸长率从 500% 到 2600%，强度从 0.5 MPa 到 17 MPa，导电率从 1.0 S/m 到 3.0 S/m，能够抵抗 -20 ℃的冷冻温度，能够抑制大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的污染，具有较好的抗溶胀性能，上述指标在国内外的生物基水凝胶中处于领先水平，能够应用于柔性可穿戴传感器、电子皮肤、组织工程和伤口敷料中。

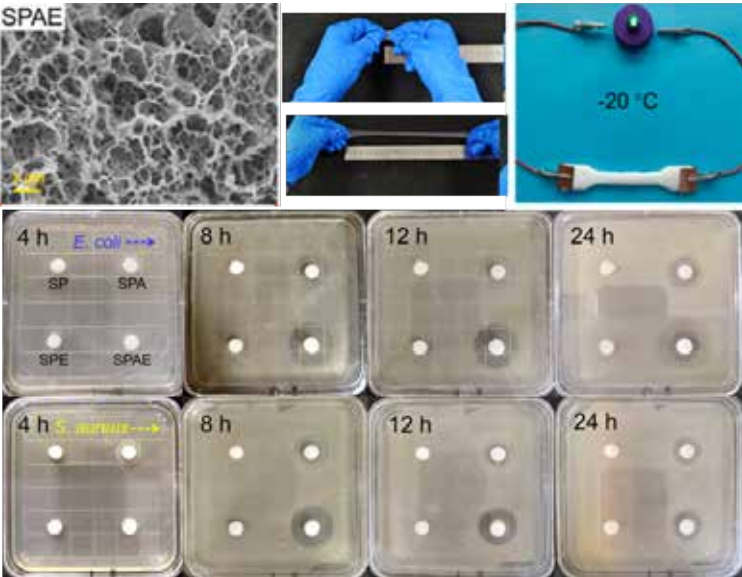


图 . 淀粉基多功能水凝胶的多孔结构、拉伸性、导电性、抗冻性和抑菌性

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该产品以淀粉为主要原料，突出生物基材料的优势，技术工艺成熟、产品尺寸可控，按需生产，解决了依赖传统石油基衍生聚合物生产水凝胶的短板，可应用于柔性可穿戴传感器、电子皮肤、组织工程和伤口敷料等领域。现有生产线可以直接使用，成本投入少，按年加工 5000 万吨产品，每吨效益 1 万元，年获益 5000 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权国家发明专利 1 项，正在实审的发明专利 2 项，公开发表高水平 SCI 论文 5 篇。

成果负责人	卢璐	职称 / 职务	副教授	手机	13791086029
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

多糖基食品新鲜度指示水凝胶

成果简介

食品的新鲜度与人类健康密切相关。随着放置时间的延长或者外界环境的变化，肉类和海鲜食品会发生一定的腐败变质，不仅破坏其口味和营养价值，而且容易引起各类疾病，因此，能够直观监测肉类和海产品新鲜度的智能包装日益受到重视。水凝胶是一种具有三维网络结构的新型高分子材料，多糖类来源广泛、成本低、可再生、可降解，由于目前水凝胶的易碎性使其在作为指示剂使用时容易产生指示剂损坏、指示剂泄露等问题，透明度较低导致作为变色基材使用时指示的灵敏度低，目前的指示凝胶的变色范围较窄。团队成功研发出一种新型多糖基水凝胶，具有柔韧性好、透明度好的优点，将其制备成指示水凝胶应用于食品检测中，能够快速、灵敏的检出食品中产出的氨气、硫化氢等气体，具有显色速度快、检测效率高的优点。

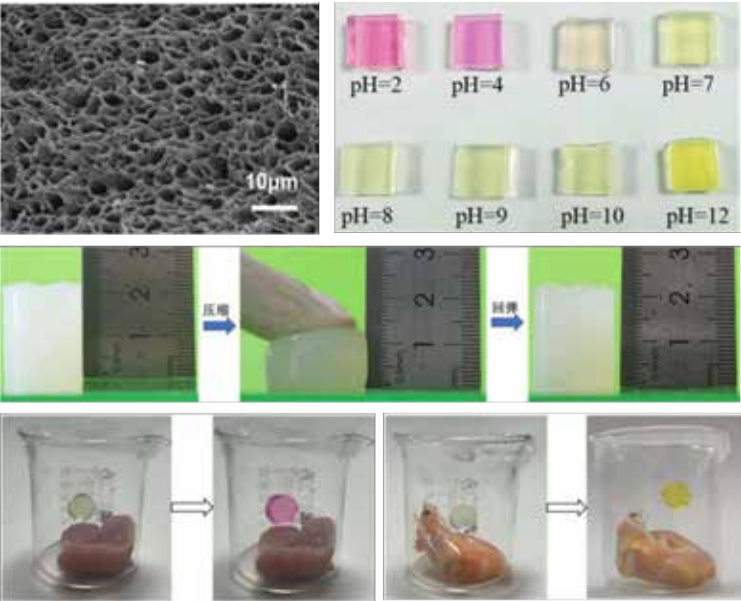


图 . 多糖基水凝胶的多孔结构、变色范围、压缩恢复性和食品新鲜度指示功能

核心技术及指标

本团队基于羧基化多糖研发了灵敏指示食品新鲜度的水凝胶，指示水凝胶变色范围宽，透明度高达 85% 以上，内部网络均匀、机械拉伸率高于 800%、压缩后立刻恢复，能够灵敏指示食品的新鲜度，可应用于食品包装的智能标签。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该产品以天然多糖为主要原料，突出生物基材料的优势，技术工艺成熟、产品尺寸可控，按需生产，解决了传统新鲜度指示材料的常见问题，能够灵敏指示食品的新鲜度，可应用于食品包装的智能标签。现有生产线可以直接使用，成本投入少，按年加工 5000 万吨产品，每吨效益 8000 元，年获益 4000 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权国家发明专利 1 项，正在实审的发明专利 1 项。

成果负责人	卢璐	职称 / 职务	副教授	手机	13791086029
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

γ－聚谷氨酸高效发酵技术

成果简介

γ- 聚谷氨酸（γ- PGA）是由若干个谷氨酸单体通过微生物合成的高分子、阴离子型氨基酸聚合物（结构式如下图），属于生物制品。通常它由 5000 个左右谷氨酸单体组成，相对分子质量一般在 10 万 ~100 万。γ- 聚谷氨酸具有良好的水溶性和生物可降解性，并且具有可食用性，对人体和环境无毒害，以及药物靶向性、高吸水性、保湿性和强力的重金属吸附功能等特性，广泛应用于食品、医药、化妆品、化工、环保、农业和水处理等领域，特别是在农业肥料行业市场需求量极大。

核心技术及指标

山东省食品发酵工业研究设计院选育获得了一株遗传性状稳定并且安全可靠的聚谷氨酸生产菌株，通过菌种改良、发酵条件和过程控制优化，并结合我院在微生物多糖高粘物料发酵方面积累的成功经验（例如黄原胶、可得然胶等），建立了 γ- 聚谷氨酸高效发酵生产技术，发酵周期 40h、产率达 30g/L 以上，γ- 聚谷氨酸吨成品发酵成本约 1600 元，具有良好的经济效益和市场推广价值。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目，5000 吨 / 年建设规模总投资约 2600 万元，占地面积约 3000 m²，属于投资小、见效快、效益佳的生物技术产业项目。

知识产权情况

本项目从生产菌株、发酵工艺控制已形成具有自主知识产权的完整技术体系。

成果负责人	张家祥	职称 / 职务	研究员	手机	13954113542
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

甘薯淀粉加工废液生产饲料虾青素

成果简介

虾青素 (Astaxanthin) 又名变胞藻黄素，分子结构与 β- 胡萝卜素类似。虾青素广泛存在于生物界，特别是虾、蟹、鱼、藻体、酵母和鸟类的羽毛中含量较高，是海洋生物体内主要的类胡萝卜素之一。虾青素具有极强的抗氧化能力，在已知的 600 多种天然类胡萝卜素中，虾青素是已知的最强的抗氧化剂，其效力是维生素 E 的 500 倍，β- 胡萝卜素高 38 倍。此外，虾青素还具有包括抗炎、抗癌以及增强免疫系统等多种其它生物学特性。虾青素是一种脂溶性色素，能够直接存储在动物组织中，在禽类饲料中加入虾青素，可加深禽蛋的蛋黄颜色，提高其营养价值。利用生鲜甘薯生产甘薯淀粉及其衍生产品是我国甘薯最主要的深加工方式之一。甘薯淀粉生产是采用生鲜甘薯，加工过程中会产生大量甘薯汁废液，目前甘薯汁作为生产废水进行处理排放。甘薯汁废液含有甘薯中的大量营养物质，目前作为废水处理排放，不仅增加污水处理成本，还是资源的极大浪费。

核心技术及指标

项目研究开发利用甘薯淀粉加工废液高密度培养虾青素红发夫酵母，细胞浓度可达 50g/L，达到了国际先进水平。培养液可以直接用于幼苗饲养。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该项目技术成熟、投资少、虾青素生产成本低，产品附加值高。生产虾青素的同时还可以联产高品质甘薯蛋白。
推荐甘薯淀粉加工企业实施，不仅可以废物利用，同时减少污染物排放。新增投资约 300 万，即可形成 100 吨级生产能力。

知识产权情况

围绕甘薯淀粉加工副产物的增值加工申请发明专利 10 项，已获得授权 7 项。本项目核心技术已经申请国家发明专利。

成果负责人	赵祥颖	职称 / 职务	研究员	手机	15063396995
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

甘薯膳食纤维营养即食粥

成果简介

甘薯又称红薯、地瓜，甘薯营养丰富，养分平衡，被世界卫生组织（WHO）评选为最佳食品之一。甘薯是生理碱性食品，其高纤维、低脂肪、低蛋白的营养构成，与大米、白面等生理酸性食物的高脂肪、高蛋白、低纤维的膳食结构形成营养互补。目前甘薯的食用方式仍以直接食用为主，市场上以甘薯为主原料的食品等深加工食品并不常见。粥在中国有四千年的历史，国人素有食用粥的习惯。随着技术进步和生活节奏的加快，即食、速食食品受到人们青睐。

核心技术及指标

项目采用专利技术克服了高膳食纤维产品的粗糙感，赋予甘薯粥产品顺滑口感。同时以原粥为基础，通过复配提高甘薯粥蛋白质、脂质含量，赋予甘薯粥更多营养品质。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

最早市场上即食粥主要是传统粥产品，开罐即食。近年来市场上已经有即食粥固体产品，用开水冲泡后即可食用，原料一般经过加工处理，粉末状或再经造粒成型。相比而言固体产品携带方便、货架期会更长，更适应现代人快节奏生活的需求。甘薯也是我国民间煮粥的常用配料，一般是以甘薯块茎或甘薯全粉为原料和其他原料复配进行加工而成。

项目技术成熟，产品符合现代人的健康理念，市场前景好。

年产 100 吨固体粥产品投资约 500 万元。

知识产权情况

围绕甘薯加工团队申请发明专利 10 项，已获得授权 7 项。本项目核心技术已经申请国家发明专利。

成果负责人	赵祥颖	职称 / 职务	研究员	手机	15063396995
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

高产 DHA 裂殖壶菌培养技术

成果简介

二十二碳六烯酸 (DHA) 为 ω-3 型多不饱和脂肪酸，是人体心血管、神经和视觉系统发挥正常功能所不可缺少的物质，是婴幼儿大脑正常发育的必需物质，被科学家誉为“脑黄金”。目前市场上 DHA 大部分是传统鱼油提取的，产品含有鱼腥味，随着海洋资源的日益紧缺，鱼油提取的 DHA 难于满足市场需求，人们开始寻求新的 DHA 资源。裂殖壶菌具有 DHA 油脂含量高、生长繁殖快等优点，被认为是最为理想和具有工业开发价值的 DHA 微生物资源。与传统的鱼油 DHA 相比裂殖壶菌提炼的 DHA 油脂具有 DHA 含量高、氧化稳定性好、没有鱼腥味、绿色安全的特点。裂殖壶菌的安全性已得到美国食品药品监督管理局（FDA）的认可，能用于开发医药、食品以及饲料等系列产品。

核心技术及指标

目前，美国 Martek 公司已经实现了利用海洋真菌生产 DHA 油脂，并应用于婴幼儿配方奶粉。我国利用海洋真菌生产油脂 DHA 含量比较低，符合食品添加的要求（GB26400-2011 规定 DHA 油脂中 DHA 含量≥ 35%）。本项目通过对发酵工艺优化大幅提高了油脂中 DHA 含量，综合技术居国际先进水平，具备工业开发和推广价值。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前市场上销售的 DHA 产品大多来自深海鱼油，但由于鱼油中含有难除去的胆固醇成分及鱼腥味，纯化成本极高，大大限制了 DHA 的应用。利用微生物生产 DHA，具有 DHA 含量高，无杀虫剂和重金属离子污染等优点，目前国际上已有产品面市，但国内研究相对落后，距工业化生产还有一定的差距。

本项目选育获得一株高产 DHA 菌株，通过发酵过程控制优化， 50m³ 规模的发酵生产，生产生物量达 65g/L 以上，菌体油脂含量 65% 以上、油脂中 DHA 比例达 42% 以上，为提炼 DHA 成品提供了良好的物质资源。

知识产权情况

本项目从生产菌株到提取工艺已形成具有自主知识产权的技术体系，目前已申请国家发明专利 2 项。

成果负责人	张家祥	职称 / 职务	研究员	手机	13954113542
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

谷朊粉联产小麦淀粉浆全资源增值加工

成果简介

谷朊粉生产是小麦主要的深加工方式之一，小麦中蛋白含量大约 12-13%，淀粉含量 65-70%，因此，在生产谷朊粉的过程中会联产大量的小麦淀粉。小麦淀粉不同于玉米淀粉，颗粒不均，颗粒较大的淀粉称为 A 淀粉，比较容易精制分离，制得品质较高的淀粉产品，颗粒较小的 B 淀粉通常和小麦中的半纤维素、蛋白质结合，加之颗粒较小，很难有效分离，目前多作为饲料或酒精生产原料，几乎没有附加值。

小麦 A 淀粉质量相对较高，可作为玉米淀粉可替代原料广泛用生物发酵工业。如果与谷朊粉生产线进行无缝衔接，淀粉无需干燥，直接用于生物转化，将大大节约能源消耗，降低生产成本。B 淀粉除了含有淀粉外，还含有 15% 左右非淀粉多糖成分，如果能够有效的进行梯次分离，将大大提高产品的附加值。

核心技术及指标

项目通过设备选型，控制小麦 A 淀粉的分离比例，获得优级小麦淀粉，可替代玉米淀粉用于发酵工业生产赤藓糖醇等高附加值生物化工产品；利用分离优级淀粉后的淀粉浆开发饲料级 DHA 的生产技术，同时联产高品质小麦膳食纤维营养粉产品。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目的实施可以全面提高谷朊粉加工联产小麦淀粉的附加值，实现全资源化利用。社会、经济、环保效益显著。

项目需依托小麦谷朊粉生产，新增投资 2-3 亿，可实现产值 4-6 亿。

知识产权情况

围绕谷朊粉联产小麦淀粉浆增值加工技术研究团队已申请发明专利 4 项，国际专利 2 项，已有 2 项国内发明专利授权。

成果负责人	赵祥颖	职称 / 职务	研究员	手机	15063396995
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

红曲

成果简介

红曲是我国历史悠久的药食两用产品，是以大米为基质接种红曲菌发酵而成的。据估算，全球每年至少有 20 亿人在食用或使用红曲及其相关产品，仅我国红曲产品的年产值就高达 100 亿元人民币。红曲有色曲、功能红曲、酯化红曲，分别在食品上色；降血脂、抗动脉粥样硬化、抗高血压病；酒类酿造、发酵产品方面有优异的效果。截至目前，我国已批准的保健食品中共有 205 个降脂产品使用红曲作为原料。高酯化力红曲可以在黄酒、酱油、醋、面酱等传统发酵产品中提高香气，改善产品风味。我们通过菌株筛选，优化培养条件来提高红曲酯化力，在此基础上也提高了他汀，色素的含量。使产品在红曲市场上有明显的优势。

核心技术及指标

经本团队研究优化的发酵工艺，产品的酯化力最高已达到 129.36mg/g.7d。此数值已远远高于目前国内市场所售酯化红曲（ $\geq 30\text{mg/g.100h}$ ）与优质白酒大曲酯化力（ $< 30\text{mg/g.7d}$ ）。他汀、红曲色素等含量指标远高于国标要求。可以作为药品、保健品、酒类酿造、食品发酵等行业的优质原料，具有广泛的应用价值。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该产品使用大米为原料，发酵培养，技术工艺简单、设备要求不高，成本投入少。大米市场价约 7.6 元 /kg，红曲市场价约 43 元 /kg，按按年加工 1000 吨产品，每吨效益 35400 元，年获益 3540 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，受理发明专利 1 项。



成果负责人	黄艳红	职称 / 职务	高级工程师	手机	15169033980
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

生物法生产 4 四甲基吡嗪

成果简介

四甲基吡嗪（Tetramethylpyrazine, TMP）是一种应用广泛的食用香料，天然存在于乳制品、发酵豆制品、榛子、食醋、面包和咖啡等食品中，赋予其特殊香味。TMP 香味阈值极低，在香精的调配中用量少，加香成本低，安全可靠性增加，被使用于饮料、谷物、糖果、乳酪、烘烤食品、肉制品及乳制品等。除作为食用香料外，TMP 及其衍生物在医药行业也有着重要用途。TMP 在医药行业又名川芎嗪，为中药川芎和温莪术根茎的有效成分，具有扩张血管、抗血小板集聚和解聚，改善微循环等作用。临床上可用于治疗脑血栓、冠心病、脉管炎等多种闭塞性血管疾病，疗效显著，副作用小。TMP 还是一种重要的医药中间体。近年来，基于 TMP 的药物设计与结构修饰更是得到了越来越多的关注。以天然活性成分为结构母核，大大缩短药物的设计与研发周期。

核心技术及指标

目前，TMP 主要通过化学合成法生产。化学合成 TMP 存在原料成本高，副反应多，因此，人们将目光转向生物发酵。早期人们从传统发酵食品中鉴定到 TMP，随着研究的深入人们发现发酵产物的 TMP 是有 3- 羟基丁酮转化而来。近年来国内关于生物技术生产 TMP 的研究比较活跃，但以葡萄糖为原料直接直接转化，最终 TMP 产量比较低，TMP 转化率只有 20~30%。为了克服上述问题，我们以葡萄糖为原料分两阶段制备四甲基吡嗪，TMP 转化效率达到理论转化率的 85% 以上，大大提高了生产效率和原料转化率，大幅度降低生产成本。目前项目已完成中试生产，具备产业化的条件。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目，100 吨 / 年建设规模总投资约 6000 万元，占地面积约 10000 m²，属于上马快、效益佳的朝阳产业项目。

知识产权情况

本项目从生产菌株、发酵工艺控制到下游提取工艺已形成具有自主知识产权的完整技术体系，相关核心技术已申请国家发明专利 1 项。

成果负责人	张家祥	职称 / 职务	研究员	手机	13954113542
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

生物法生产 D- 核糖技术

成果简介

D- 核糖是一种五碳糖，是生命遗传物质核糖核酸的重要组成部分，是生命代谢最基本的能量来源，在核苷类物质、蛋白质、脂肪代谢中处于枢纽位置，具有重要的生理功能，在食品、医药、化妆品等领域具有广泛的用途。

目前，国内 D- 核糖产品及衍生品的开发应用也迅速发展，D- 核糖产品以及以其为主要功能成分的延伸产品在国内陆续推出，国内需求迅速增加，食品级价格保持（95%）15~20 万元 / 吨；医药级（99%）23~25 万元 / 吨。在 D- 核糖生产技术方面，由于技术不成熟，多数厂家只能产出纯度偏低的糖浆型产品，因此在制药行业使用的结晶型 D- 核糖大部分需要进口。国内主要生产厂家有江西诚志股份有限公司、郑州拓洋实业有限公司和上海迪赛诺化学制药有限公司，产品主要是应用于食品行业（如保健食品“力博士”）的低纯度 D- 核糖（如糖浆），少有用于制药行业的高纯度 D- 核糖结晶型产品。

核心技术及指标

山东省食品发酵工业研究设计院从 1993 年开始致力于发酵法生产 D- 核糖的研究，针对目前 D- 核糖发酵技术存在的发酵稳定性差、发酵结束有葡萄糖残留（葡萄糖和 D- 核糖极难分离）等难题，对 D- 核糖生产菌株性能、发酵条件、提取工艺都进行了详细研究，确定了发酵工艺参数、提取工艺路线及参数，并已成功转化 200 吨 / 年规模化生产，实践证明：该技术成熟稳定、发酵产率高，发酵结束无葡萄糖残留、提取工艺简单，提取收率达到了 85% 以上，生产的 D- 核糖产品经分析检测纯度达 99.5%，其产品质量超过了美国迪赛诺和日本的味之素标准，规模生产成本约 4~5 万元 / 吨，经济效益十分可观。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

国外生产厂家主要有日本的味之素，美国的迪赛诺，由于发达国家生产成本较高，迪赛诺已与国内公司合作，在中国生产，反销国外市场。另外，随着 D- 核糖各个行业的应用研究开发，其应用面越来越广泛，其需求量逐年增加。

本项目，200 吨 / 年建设规模总投资约 6000 万元，占地面积约 5000 m²，属于投资小、收益高、低污染的高新生物技术产业项目。

知识产权情况

本项目从生产菌株、发酵工艺控制到下游提取工艺已形成具有自主知识产权的完整技术体系，目前，相关核心技术已获得授权国家发明专利 3 项，其专利权均正常维持。

成果负责人	张家祥	职称 / 职务	研究员	手机	13954113542
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

生物法生产赤藓糖醇

成果简介

赤藓糖醇是一种新型糖醇类食品甜味剂，天然存在于海藻、蘑菇、甜瓜和发酵食物中，早已作为人类膳食的组分。赤藓糖醇具有结晶性好，吸湿性低，低热量、高稳定性、甜味协调、无吸湿性、冰点低、无龋齿性、不会引起肠胃不适等特点，赤藓糖醇不参与糖代谢，适合糖尿病人食用，可作为糖尿病人的替代性甜味剂；另外赤藓糖醇对热和酸十分稳定，在一般食品加工条件下，几乎不会出现褐变或分解现象。赤藓糖醇作为一种新型的功能食品甜味剂，在食品加工行业具有广泛应用，特别是无糖、零热值等高端健康食品加工领域。赤藓糖醇与市场上已经受到广泛认可的木糖醇具有相同的功能和应用领域，但前者较后者拥有更为广阔的市场前景。GB2760 规定赤藓糖醇可作为食品添加剂在食品中应用，按生产需要添加。赤藓糖醇具有大量食用不会引起木糖醇常见的肠胃不适等优势，特别是无糖食品、特医食品、糖尿病人等功能食品领域应用十分广泛。

核心技术及指标

本项目以葡萄糖为原料，经微生物转化生成赤藓糖醇，具有发酵速度快、转化率高、发酵结束无残糖、提取收率高、污染物排放量少等优点，产品绿色安全，为纯天然，产品为高纯度结晶赤藓糖醇，纯度在 99.5%以上。山东省食品发酵工业研究设计院一直致力于赤藓糖醇高效生物制造技术研究，使其总体技术水平始终处于行业领先水平。该项目技术成熟、稳定，属于见效快、投资风险低的高新生物技术项目。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目 2 万吨 / 年建设规模总投资约 0.9-1.0 亿元，占地面积约 1.5 万 m²，生产成本约：1.0 万元 / 吨，目前赤藓糖醇市场价格为 2.0-2.5 万元 / 吨，经济效益十分可观。

知识产权情况

本项目从生产菌株、发酵工艺控制到下游提取工艺已形成具有自主知识产权的完整技术体系，相关核心技术已申请国家发明专利 4 项，目前已获得授权发明专利 2 项。

成果负责人	刘建军	职称 / 职务	研究员	手机	13705414129
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

生物法生产木糖醇

成果简介

木糖醇是由木糖衍生的一种五碳糖醇，甜度是蔗糖的 1.05 倍，热量与蔗糖相当，是一种理想的蔗糖替代品。木糖醇具有口感清凉、预防龋齿、没有葡萄糖效应等特点，还具有预防呼吸道感染、促进肠道钙质吸收、降低肝脏转氨酶等功效，在食品行业具有广泛应用。木糖醇作为一种新型甜味剂，是理想的蔗糖替代品，随着人们生活水平和健康需求的不断提高，其市场需求不断扩大，国内木糖醇的年产值已超过 10 亿元。

目前，木糖醇的生产是以木糖为原料，通过催化加氢制取，工艺条件复杂、危险性等不足。研究发现微生物可以高效转化木糖生成木糖醇，与化学合成相比，生物转化生产木糖醇具有条件温和、不涉及高温高压过程、环保、生产环境安全等优点，其产品天然、绿色、安全。随着人们生活水平的不断提高，食品安全、环境污染和安全生产等问题日益备受关注，生物法生产木糖醇已成为研究热点，也是替代化学法生产木糖醇的必然趋势。根据现有的木糖醇化学法生产工艺，从经济效益角度分析，生物法取代化学法生产木糖醇，其生产速率和转化率分别需达 2g/L•h、70% 以上。

核心技术及指标

本项目从自然环境中筛选到一株 Candida tropicalis SFY-9，通过发酵培养基优化和过程控制研究，木糖醇发酵产率、发酵速率和转化率分别达 200g/L、3.0g/h•l 和 85% 以上，与化学法相比，本项目产品绿色安全、生产技术高效、生产过程安全，可升级替代化学法生产木糖醇。具有良好的经济性和较高的应用推广价值。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目 1 万吨 / 年建设规模总投资约 6000 万元，占地面积约 10000 m²，生产成本约：1.5 万元 / 吨，目前木糖醇市场价格为 2.0-2.2 万元 / 吨，经济效益十分可观。

知识产权情况

本项目从生产菌株到提取工艺已形成具有自主知识产权的技术体系，目前申请国家发明专利 2 项，已获得授权发明专利 1 项。

成果负责人	赵祥颖	职称 / 职务	研究员	手机	15063396995
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

生物法生产天然香味剂——3- 羟基丁酮

成果简介

3- 羟基丁酮（acetoin）又名乙偶姻、乙酰甲基甲醇，具有特有的奶油香味，是一种应用广泛、令人喜爱的食用香料，是国际上常用的香料品种。主要用作奶油、乳品、酸奶和草莓型等香料，中国国家标准 GB2760-86 规定其为允许使用的食品香料，美国食品和萃取协会（FEMA）安全号为 2008。80% 含量的 3- 羟基丁酮俗称“醋噻”，是酒类调香中一个重要的品种。3- 羟基丁酮还是一种重要的平台化合物，2004 年美国能源部将其列为 30 种优先开发利用的平台化合物之一，能够广泛应用于化工、医药、烟草等领域。

核心技术及指标

本项目选育获得一株 3- 羟基丁酮高产菌株，通过菌种改良、发酵条件和过程控制优化，发酵产率可达 60g/L 以上，通过 1.0m³ 规模发酵实验证实，该菌株发酵性能稳定、发酵周期短、产率高。成功突破了 3- 羟基丁酮与水分离的技术难题，建立了经济、可行的提取工艺路线，获得 3- 羟基丁酮结晶型产品。产品具有成本低、绿色、安全、纯度高（≥ 99.5%）等优点，产品质量明显优于目前市场产品。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前，市场上的 3- 羟基丁酮产品主要是化学合成法生产的，存在成本高、副产物多、产品纯度低等不足，限制了其在食品、医药、平台化合物等行业的应用发展。生物法具有生产成本低廉、环境友好、产品纯度高、反应条件温和等优势。目前有关生物法生产 3- 羟基丁酮的研究多集中于实验室规模，未实现工业化生产。

目前，市场上的 3- 羟基丁酮产品主要是化学合成法生产的，价格为 150-200 元 /kg，少有生物法产品，售价为 300-350 元 /kg。本项目开发的生物法生产 3- 羟基丁酮，产品绿色、安全、生产成本低（50~80 元 /kg），具有非常好市场前景。

本项目技术成熟、稳定，具备产业化条件，100 吨 / 年建设规模总投资约 5000 万元，占地面积约 10000 m²，属于上马快、效益佳的朝阳项目。

知识产权情况

本项目从生产菌株到提取工艺已形成具有自主知识产权的技术体系，目前已获得授权国家发明专利 4 项、美国专利 1 项。

成果负责人	赵祥颖	职称 / 职务	研究员	手机	15063396995
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

生物防腐剂 ε－聚赖氨酸工业化生产技术

成果简介

ε- 聚赖氨酸（ε-PL）是由白色链霉菌 (*Streptomyces albulus*) 发酵产生，经分离、提取和纯化而成的一种具有抑菌活性的多肽，其分子由 25 ~ 30 赖氨酸残基聚合而成，具有强烈的抑菌能力，可以作为防腐剂用于食品的保鲜。ε- 聚赖氨酸的水溶性好，抑菌谱广，在酸性和微酸性环境中对革兰氏阳性菌、革兰氏阴性菌、酵母菌、霉菌均有一定的抑菌效果，ε- 聚赖氨酸对其他天然防腐剂不易抑制的革兰氏阴性的大肠杆菌、沙门氏菌抑菌效果非常好，而且其对耐热性芽孢杆菌和一些病毒也有抑制作用。安全性研究证实 ε- 多聚赖氨酸是安全的食品防腐剂。当人体食用后，可降解为 L- 赖氨酸这一人体必需氨基酸，进一步用于蛋白质合成或继续代谢，无任何毒性，被誉为“营养型防腐剂”。国家卫生计生委于 2014 年批准 ε- 聚赖氨酸作为食品添加剂新品种，列入 GB2760-2011 目录。

核心技术及指标

自 2007 年开始，项目研究团队开发 ε- 聚赖氨酸的研发工作，通过多年来连续不断的研究，发酵周期为 130h 左右，平均发酵产量在 32g/L 以上，在国内处于较高水平。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

由于化学防腐剂的累积毒性和致癌性等致命局限性，安全、广谱、高效及经济实用的天然食品防腐剂的开发和生产成为目前世界食品防腐剂领域发展的趋势和要求。但由于产率和提取技术等限制，ε- 聚赖氨酸目前的市场售价都比较高，高纯度 (99%)ε- 聚赖氨酸售价更

是到达 2000 元 /kg，本项目大大降低了 ε- 聚赖氨酸的生产成本。

规模与投资：需要建设发酵车间、提取车间，配套水、电、汽、压缩空气等设施，推荐建设年产聚赖氨酸 100 吨规模。

知识产权情况

ε- 聚赖氨酸高效发酵生产的菌种、工艺控制、配套设备的全套专有技术。

成果负责人	董学前	职称 / 职务	研究员 / 副院长	手机	13954120541
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

微生物发酵生产结冷胶工业化生产技术

成果简介

结冷胶 (Gellan Gum) 是由革兰氏阴性好氧细菌—鞘氨醇单胞菌 (*Sphingomonas paucimobilis*) 分泌的一种阴离子型胞外多糖，相对分子量可达 5×10⁶。结冷胶用途非常广泛，主要作为乳化剂、悬浮剂、增稠剂、稳定剂、凝胶剂、成膜剂和润滑剂等应用于食品、制药、石油、化工等多个领域。

核心技术及指标

我院已完成结冷胶的高效工业化发酵生产技术开发，发酵结冷胶产量达到 2.2%（w/w），原料糖转化率约 70%，发酵周期为 72h，并利用现代分离设备实现了低酰基结冷胶的高效分离纯化，产品品质达到国际同类产品标准，总体技术水平处于国内领先。同时高酰基结冷胶的分离纯化生产技术已开发完成正处于工业化推广阶段。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

结冷胶是近年来最有发展前景的微生物多糖之一，是继黄原胶之后又一广泛应用于食品工业的微生物代谢胶，近年来结冷胶的年增长率均在 30% 以上，预测我国近年需求量 5000 吨以上，作为一种很有发展前途的微生物多糖，由于其生产原料价廉、易得，而国际市场价格却高达 34 美元 /Kg，因此具有极高的商业利润和市场前景，市场潜力巨大。

规模与投资：需要建设发酵车间、提取车间，配套水、电、汽等设施，根据市场需求，推荐建设年产结冷胶 1000 吨规模。

知识产权情况

结冷胶高效发酵生产的菌种、工艺控制、配套设备的全套专有技术。

成果负责人	董学前	职称 / 职务	研究员 / 副院长	手机	13954120541
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

微生物发酵生产可得然胶工业化生产技术

成果简介

微生物多糖可得然胶 (Curdlan) 又称作卡德兰胶或凝胶多糖，是由细菌在富糖培养基里发酵产生的无分支均一 β -1, 3- 葡聚糖。可得然胶具有在加热条件下形成凝胶的特性，所以也被称为热凝胶，当前主要的用途是在食品工业中为某些食品赋型或提供口感。

核心技术及指标

我院于 2003 年开始可得然胶工业化发酵生产的研究，在国内首先实现了可得然胶的工业生产，并产出得到类似国外的优质可得然胶产品，并获得了山东省科技进步奖，形成了国内首家独立自主研发生产可得然胶的生产企业。通过多年来不断地创新性研究，可得然胶发酵产量已提高至 4.8%（w/w），原料糖转化率提高至 75%，发酵周期缩短至 60h，通过改进优化的分离纯化工艺可稳定生产产品品质与国外进口产品基本相同的高品质食品级可得然胶产品，并可生产价格低廉的工业级产品。可得然胶工业化生产技术属于国际先进、国内领先水平。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

我国是世界上人口最多的国家，所以具有最大规模的食品市场，特别是随着经济发展而不断进行的城镇化，快速增长的城镇人口对于工业化生产食品的需求量将快速增长。可得然胶作为安全的生物源食品添加剂，其国内潜在市场巨大。另外随着可得然胶应用技术的不断发展，其应用领域将不断扩展。

规模与投资：需要建设发酵车间、提取车间，配套水、电、汽、压缩空气等设施，推荐建设年产 1000 吨可得然胶规模。

知识产权情况

申请国家发明专利 8 项，已授权发明 3 专利。

成果负责人	董学前	职称 / 职务	研究员 / 副院长	手机	13954120541
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

微生物发酵生产普鲁兰多糖工业化生产技术

成果简介

普鲁兰糖是一种由出芽短梗霉产生的类似葡聚糖、黄原胶的水溶性的微生物多糖，它是 1938 年由 R.Bauer 发现的是一种特殊的微生物多糖。该多糖是由 α -1, 4- 糖苷键连接的麦芽三糖重复单位经 α -1, 6- 糖苷键聚合而成的直链状多糖，分子量一般在 $4.8\times 10^4 \sim 2.2\times 10^6$ 之间（商品普鲁兰糖平均分子量 2×10^5 ，大约由 480 个麦芽三糖组成）。由于它具有极好的成膜、成纤维、阻气、粘接、易加工、无毒性等特性，已广泛地应用于医药、食品、轻工、化工和石油等领域。

核心技术及指标

我院从事普鲁兰多糖研究已有多年，通过大量深入的研究工作，目前普鲁兰多糖的发酵产量已达到 7%（w/w）以上，原料糖转化率为 70%，发酵周期仅为 50h 左右，产量稳定、转化率较高且发酵过程不产黑色素，该技术处于国内领先水平。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

普鲁兰多糖最主要的用途是作为胶囊原料制造胶囊外壳。目前大部分胶囊是利用动物来源的明胶制取的，而普鲁兰多糖是微生物发酵的，产品优势明显。2016 年药用辅料普鲁兰多糖空心胶囊标准由国家药典委员会公示，预计普鲁兰糖产品在胶囊产业的市场即将打开，

我国普鲁兰糖的产业规模和市场都将迅速扩大。此外 2006 年国家卫生部发布公告，普鲁兰多糖为新增四种食品添加剂产品之一，可在糖果、巧克力包衣、膜片、复合调味料和果蔬汁饮料中用作被膜剂和增稠剂。随着市场认知度的提高，普鲁兰糖产品在国内食品工业领域的应用正逐年上升。

规模与投资：需要建设发酵车间、提取车间，配套水、电、汽、压缩空气等设施，推荐建设年产普鲁兰多糖 1000 吨规模。

知识产权情况

普鲁兰多糖高效发酵生产的菌种、工艺控制、配套设备的全套专有技术。

成果负责人	董学前	职称 / 职务	研究员 / 副院长	手机	13954120541
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

微生物发酵生产韦兰胶工业化生产技术

成果简介

韦兰胶 (Welan Gum) 或称为威兰胶、温轮胶，是由鞘氨醇单胞菌 (*Sphingomonas sp.*) 合成的阴离子型胞外多糖。韦兰胶作为最新开发的微生物胞外多糖产品，与黄原胶相比具有更优秀的流变性能，如耐温性、耐盐性、耐剪切性，即具有更高的粘度保持性，且在更低的浓度时具有较高的粘度，在石油及建筑混凝土等工业中得到了被推广应用。

核心技术及指标

韦兰胶发酵生产与黄原胶、结冷胶基本相同，均为高粘性体系发酵。我院对于黄原胶的发酵生产技术已经完成并实现工业转化多年，拥有一系列关于微生物高粘物料发酵生产技术。韦兰胶的发酵生产技术工业化生产技术已经成熟，发酵周期为 60h，发酵产量达到 2%（w/w）以上，原料糖转化率为 60%，处于国内领先水平。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

韦兰胶以其优越于黄原胶的流变学性能并且高稳定性，而广泛应用于油田钻井液、驱油剂、增稠剂、压裂液、悬砂剂等，其他工业用途最主要是作为高性能水泥助剂。随着对韦兰胶特性研究的不断深入，其应用范围不断扩大。当前，世界石油开采即将整体进入三次采油阶段，需要大量性能优良的聚合物作为助剂来维持原油采收率，韦兰胶作为生物聚合物，不但具有符合油田应用的相关流变学性能，而且是由微生物发酵制得，属于绿色环保型产品，其在石油工业具有广阔的市场前景。

规模与投资：需要建设发酵车间、提取车间，配套水、电、汽、压缩空气等设施，根据市场需求，推荐建设年产韦兰胶 1000 吨规模。

知识产权情况

国家发明专利 1 项，山东省科技进步二等奖 1 项，参与制定行业标准 1 项。

成果负责人	董学前	职称 / 职务	研究员 / 副院长	手机	13954120541
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

微生物发酵生产小核菌多糖工业化生产技术

成果简介

小核菌多糖（Scleroglucan）又称小核菌胶、硬葡聚糖，是由小核菌属中的部分丝状真菌合成分泌的一种微生物胞外多糖。小核菌多糖是一种与黄原胶性质类似的微生物多糖，但其水溶液稳定性优于黄原胶，表现出耐高温、耐高盐、耐酸碱，使用 pH 范围广、抗高剪切，持水性好。基于以上优良性能，小核菌多糖在石油开采、化妆品、食品、医药、陶瓷、涂料等应用领域备受关注。天然的小核菌多糖易溶于水，具有黏性和假塑性且对温度和 pH 的改变具有强烈的抗性，通过试验证明小核菌多糖是 140 种高分子中唯一注入油田中在 90℃条件下 500 天保持黏度基本不变的聚合物，因而小核菌多糖可以作为油田采油的驱油剂、增稠剂或者稳定剂等。

核心技术及指标

由于缺乏优良的生产菌株和系统的研究，小核菌多糖的规模化生产和应用受到了限制。我院生物聚合物研究团队通过多年深入研究，通过高通量筛选获得高产菌株并设计优化了高产发酵工艺，实现了小核菌多糖的高效发酵生产，其粗发酵产率已达到 2.8% 以上，糖转化率达到 60%，发酵效率显著高于现有研究报道，完成了稳定中试生产，实现了工业化生产。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前，由于菌株性能和生产技术限制，小核菌多糖的产量不高，其高昂的价格使其主要应用于某些高附加值领域，如作为免疫激活剂成分、药物释放剂原料，作为保湿剂用于高端化妆品等。而小核菌多糖最大的潜在市场是石油开采领域，它有助于提高原油采收率，这在石油资源紧张的今天尤其具有现实意义，目前石油行业大都采用黄原胶提高采油率，但黄原胶用于油田环境稳定性较差，尤其是耐温性、耐高盐环境的能力较差，在部分采油环境（如海洋采油、高温油层采油）无法使用，在这些环境中采用小核菌多糖取代目前油田使用的黄原胶将会进一步增加采油率，但是目前主要的限制因素是小核菌多糖没有黄原胶经济，如果小核菌多糖规模化生产，生产成本下降，其优势更加明显。从目前国际石油行业年消耗黄原胶十余万吨的市场情况推断，如果小核菌多糖的生产成本大大降低，小核菌多糖的市场需求巨大。

规模与投资：需要建设发酵车间、提取车间，配套水、电、汽、压缩空气等设施，推荐建设年产 500 吨小核菌多糖。

知识产权情况

申请国家发明专利 3 项，已获授权发明专利 1 项。

成果负责人	董学前	职称 / 职务	研究员 / 副院长	手机	13954120541
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

衣康酸绿色高效生物制造技术

成果简介

衣康酸是一种高科技、高利润、高创汇产品，是重要的化工原料，目前世界上仅有少数国家可以生产。由于其分子内部含有两个活泼的羧基和一个双键，双键与羧基呈共轭关系，使得衣康酸性质非常活泼，除可自身聚合外，也可以和不同数目的其它单体聚合，形成聚合高分子，因此广泛应用于化学合成行业。衣康酸酯类的聚合物透明、有特殊的光泽，适合于制造“人造宝石”和特种透镜；衣康酸和丙烯酸的共聚物是一种高分子螯合剂，用作水处理中的除垢剂，对防止碱性钙、镁垢的形成特别有效；以衣康酸为原料制成的塑料，质轻、易塑、绝缘、防水、抗化学腐蚀，由它制成的高强度玻璃钢代替钢材用于制造飞机、汽车、船舶外壳；衣康酸与芳香二胺生成的吡咯烷酮衍生物是高级润滑油的增稠剂，与其它胺形成的吡咯烷酮衍生物可用作洗涤剂、医药和除草剂；衣康酸作为纸的上胶剂、地毯的粘着剂、改性丙烯酸乳胶方面的应用也在不断增加。

核心技术及指标

山东省食品发酵工业研究设计院多年来一直致力于发酵法生产有机酸生产工艺的研究探索，从菌种的选育、发酵工艺的控制、下游提取技术的革新等多个方面对发酵法生产有机酸的技术进行了深入细致的研究，并随着发酵工艺技术、提取工艺技术及设备制造水平的进步，不断完善、改进生产工艺，保持技术的先进性。我院“发酵法生产衣康酸技术”在多家企业转化投产，并荣获国家科技进步二等奖、山东省科技进步一等奖。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

目前，我国是衣康酸的主要生产国，生产企业主要有青岛科海生物技术有限公司、国光生物技术有限公司，近几年随着衣康酸应用市场的拓宽和国际产能的释放，衣康酸行情始终保持着良好的持续发展。2 万吨 / 年建设规模总投资约 0.6-0.7 亿元，占地面积约 8000 m²，生产成本约：0.9 万元 / 吨，市场价格为 1.3-1.5 万元 / 吨，经济效益十分可观。

知识产权情况

本项目从生产菌株、发酵工艺控制到下游提取工艺已形成具有自主知识产权的完整技术体系，并针对实际生产过程中存在的问题和节能减排、环保压力的日益增加，随着发酵工艺技术、提取工艺技术及设备的进步，不断完善、改进生产工艺，始终保持生产技术的先进性。目前国内衣康酸生产企业均为我院成果转化或技术源于我院。

成果负责人	刘建军	职称 / 职务	研究员	手机	13705414129
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

生物表面活性剂槐糖脂工业化生产技术

成果简介

槐糖脂（Sophorolipid）是由一些种类的酵母菌同时利用亲水性碳源和疏水性碳源合成一系列胞外槐糖脂分子组成的混合物。这些槐糖脂分子的共同特征是分子均由亲水性部分和疏水性部分组成。其中亲水性部分为槐糖，由两分子葡萄糖以β-1,2糖苷键结合形成，疏水性部分为饱和或不饱和的长链ω-(或ω-1)羟基脂肪酸，这两部分以β-糖苷键相连。这些分子主要有两点不同：乙酰化程度不同和是否存在内酯化(图1)。槐糖脂分子的槐糖部分可以在6'和/或6''位置上不含或含有一或两个乙酰基团。槐糖脂分子可以有自由脂肪酸尾的酸型形式或者分子内部脂化的(脂肪酸的羧基和槐糖4''位的羟基发生脂化)内脂型形式存在。其它区别还包括所含脂肪酸的碳链长度不同、饱和或不饱和的程度不同以及羟基脂肪酸的羟基位置不同。



核心技术及指标

生物表面活性剂槐糖脂目前主要采用补料分批发酵，混合碳源一般选择亲水性碳源为葡萄糖，疏水性碳源则为各种植物油如菜籽油、玉米油、大豆油等等。发酵时间一般在140~240 h，我院研究团队通过近10年攻关研究，槐糖脂最高产率为144 h达到270 g/L，处于国内领先水平。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

槐糖脂作为一种糖脂类生物表面活性剂，不仅是所有生物表面活性剂中产量最高的一种，而且槐糖脂本身无毒、无嗅、无味，对人体皮肤无刺激作用，具有良好生物相容性、可降解性、环境友好等许多优点。可以替代化学表面活性剂在石油、食品、环境、化妆品、洗涤剂、医药及农业日化等众多行业中有不同程度的应用。综合国内外特别是欧洲工业生物技术发展路线图（到2030年）和国内油田信息来看，槐糖脂是最有希望发展成为大宗产品的微生物发酵产物。首先，槐糖脂性能优越使其应用范围广泛；其次，槐糖脂的发酵产率高，易于控制生产成本；最后，随着人类社会的快速发展，石油资源的日渐匮乏和环境保护压力的上升，化学表面活性剂应用将会受限，因此槐糖脂的市场远景非常光明。

规模与投资：需要建设发酵车间、提取车间，配套水、电、汽、压缩空气等设施，根据市场需求，推荐建设年产槐糖脂1000吨规模。

知识产权情况

国家授权发明专利1项，生物表面活性剂槐糖脂高效发酵生产的菌种、工艺控制、配套设备的全套专有技术。

成果负责人	董学前	职称 / 职务	研究员 / 副院长	手机	13954120541
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

生物表面活性剂鼠李糖脂工业化生产技术

成果简介

鼠李糖脂（Rhamnolipid）是由假单胞菌属微生物（包括铜绿假单胞菌、荧光假单胞菌等）代谢合成的一类糖脂类生物表面活性剂。鼠李糖脂的亲水基团一般由1~2分子的鼠李糖基构成，疏水基团则由具有不同碳链长度的饱和或不饱和脂肪酸构成。在生物合成过程中，这些基团之间可能会产生相互链接，而生成多种化学结构相近的同系物。目前，随着LC-MS等现代分析手段的应用，研究者已经在产鼠李糖脂菌株发酵产物中检测出大约60余种鼠李糖脂类型，亲水亲油平衡值（HLB）可达到22-24，是已知生物表面活性剂中HLB值较高的一类。

核心技术及指标

鼠李糖脂目前主要采用筛选获得高产铜绿假单胞菌株，以植物油作为碳源进行发酵生产，发酵时间一般为50 h左右，产率在30 g/L左右，我院团队通过攻关克服了鼠李糖糖脂发酵生产过程中泡沫控制的卡脖子难题，使鼠李糖脂的产率提高到65 g/L，为国内最高。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

鼠李糖脂可以利用工业废料和农副产品进行微生物发酵产生，生产成本较低，产品性能较高。鼠李糖脂是一种阴离子表面活性剂，最突出的特性是它的表面活性，具有显著降低水的表面张力，改变固体表面的润湿性，具有乳化、破乳、消泡、洗涤、分散与絮凝、抗静电、杀菌、保湿润滑等多种功能。可以替代化学表面活性剂在石油、食品、环境、化妆品、洗涤剂、医药及农业日化等众多行业中广泛的应用。目前以在油田三次采油和化妆品行业市场应用较成熟。

规模与投资：需要建设发酵车间、提取车间，配套水、电、汽、压缩空气等设施，根据市场需求，推荐建设年产生物表面活性剂2000吨规模。

知识产权情况

生物表面活性剂鼠李糖脂高效发酵生产的菌种、工艺控制、配套设备的全套专有技术。

成果负责人	董学前	职称 / 职务	研究员 / 副院长	手机	13954120541
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				





第七部分
环境科学与工程学部

Part 7
FACULTY OF ENVIRONMENTAL SCIENCE AND ENGINEERING



环境科学与工程学部

学部简介

环境科学与工程学部成立于 2021 年 10 月，由环境科学与工程学院和山东省科学院生态研究所整合而成，坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，践行生态文明思想和绿色发展理念，厚植人与自然和谐共生的家国情怀，致力于生态环保低碳转型国家战略，培养具有国际化视野的高素质创新型人才。



学部拥有完善的教学科研基础设施和实验条件，建有山东省碳中和技术创新中心、山东省应用微生物重点实验室、轻工废物清洁能源化技术山东省工程研究中心、山东省中澳植物病生防合作研究中心、降碳减污协同山东省工程研究中心、清洁生产与工业废弃物资源化山东省高等学校重点实验室等省级平台。现有教职工 111 人，其中教授（研究员）18 人，副教授（副研究员）42 人，具有博士学位的 61 人。教师中泰山学者 1 人，省有突出贡献的中青年专家 3 人。



学部有全日制在校本科生、研究生、留学生共 900 余人。现设有环境工程、环境科学和环境生态工程 3 个本科专业，拥有环境科学与工程硕士学位授权一级学科、环境工程专业硕士授权点。环境工程专业获批国家一流本科专业建设点，环境科学专业获批省级一流本科专业建设点。环境学及生态学学科进入 ESI 世界排名前 1%。环境科学与工程学科为软科上榜学科。

学部充分发挥科教融合机制优势，坚持国际合作与国内合作相结合，构建了“教学、科研、实践、转化”一体化、全链条的人才培养模式，先后与美国、澳大利亚、韩国、乌克兰、爱尔兰等国家的高校和科研院所建立合作关系。

学部整合构建了碳中和技术创新团队及生态保护协同技术创新团队，围绕生态保护修复与环境治理、水资源高效节约集约利用、绿色低碳发展三个重点领域开展科技创新工作。自 2017 年科教融合以来，学部先后承担纵向项目 236 项，横向项目 199 项，R&D 总经费 1.93 亿元，科研成果获得省部级以上科技奖励 11 项；发表高水平学术论文 376 篇，撰写专著 4 部，授权发明专利 150 件；先后获得大学生科技创新大赛等国家级竞赛奖励 6 项。



学部大型仪器设备简介

液相色谱－质谱联用仪（Liquid Chromatograph Mass Spectrometer）

购置年份：2018/6/11
生产厂家：日本岛津
规格型号：LC-20A/LC-MS8040
存放位置：长清校区 2 号教学楼 A209
设备管理人：李书平
联系电话：18788514153



仪器简介

通过采用创新的离子光学系统和碰撞池技术，实现了 MRM 与扫描测定的高灵敏度化。LCMS-8040 扩展了 LC/MS 的应用领域。超高灵敏度通过采用创新的离子光学系统和碰撞池技术，岛津三重四极杆液质联用仪 LCMS-8040 可以提供更高的多反应监测（MRM）灵敏度，多极杆离子透镜增强了聚焦并且减少了离子损失，从而利血平（S/N）提升 5 倍。这些改进也能提高扫描模式的灵敏度，从而扩展了 LC/MS 的应用领域。超高灵敏度 / 超快速融合 UF 技术，实现更高灵敏度 - 改进离子光学系统，提升灵敏度改进碰撞室，提高 CID 效率。

气相色谱质谱联用仪（Gas chromatography mass spectrometry）

购置年份：2019/11/20
生产厂家：安捷伦
规格型号：8860-5977B
存放位置：长清校区 2 号教学楼 A209
设备管理人：李书平
联系电话：18788514153



仪器简介

质量范围：1.6-1050amu；
质量轴稳定性：优于 0.10amu/24 小时；
灵敏度：全扫描（EI 源）：1pg 八氟萘（OFN），信 / 噪比≥ 600: 1(扫描范围：50-300amu，m/z272 时)；
最大扫描速率：20,000amu/ 秒；
动态范围：全动态范围为 10⁶。
服务领域：环境中有机污染物，特别是含有复杂组分气相有机污染物的分离鉴定；环境污染 / 人类健康相关的痕量化合物监测，高性能新材料 / 化学品的研究和开发。主要用于教学和科研实验中复杂组分的分离及分子量测定，其具有气相的高分辨率和质谱的高灵敏度，为化学、物理及材料等相关学科的研究提供强有力的支持。

比表面积测定仪（High Speed Automated Surface Area and Pore Size Analyzer）

购置年份：2020/4/8
生产厂家：美国康塔仪器公司（Quantachrome Instruments U.S.）
规格型号：Autosorb-iQ
存放位置：长清校区 2 号教学楼 A213
设备管理人：李书平
联系电话：18788514153

仪器简介

比表面积测定仪是由主机单元、高精度压力传感器、高真空涡轮分子泵系统和计算机控制等系统组成的大型精密分析仪器，该仪器主要用于对各种微、纳米材料进行全自动动态或静态化学吸附，表面积及孔隙度分析，是一能实现原位真空脱气并进行全化学吸附分析的仪器。



仪器主要特点及技术指标

主要技术指标：

1. 测量范围广：孔隙度：3.5-5000 A；比表面积 >0.0005 m²/g；
2. 多种配置选择可扩展测量能力，即超低比表面，微孔和化学吸附测量；
3. 精确的微孔分析能力，极限高真空达 10⁻¹⁰ mmHg；
4. 最完全数据分析方法，包括 NLDFT，QSDFT 和 GCMC 孔分布模型；
5. 精细的压力传感器，可分辨 2.5x10⁻⁷mmHg 的压力变化；
6. 独特的串联系统确保分析条件下的真空脱气；
7. 自动液位传感器控制冷阱自动升降，确保样品在冷阱中深度及环境始终如一；
8. 样品管及 P0 各自独立的压力传感器提高了小体积样品室的压力分辨能力；
9. 90 小时杜瓦瓶。

服务领域：

对新兴的科研以及工业领域中，诸如环保能源、气体贮存 / 使用、催化剂和纳米材料进行比表面和孔径分析；用于分析介孔、微孔材料的比表面积、孔径分布以及孔容积等。

电感耦合等离子体光谱仪 Inductively coupled plasma spectrometer (ICP)

购置年份：2020/12/21
生产厂家：赛默飞
规格型号：ICAP7400
存放位置：长清校区 2 号教学楼 A211
设备管理人：李书平
联系电话：18788514153

仪器简介

电感耦合等离子发射光谱仪是指以电感耦合等离子体作为激发光源，根据处于激发态的待测元素原子回到基态时发射的特征谱线对待测元素进行分析的仪器，是一种用于化学、地球科学、材料科学、环境科学技术及资源科学技术领域的分析仪器。



仪器主要特点及技术指标

1. 射 频 源：27.12MHz 固 态 750 至 1500W 输出功率（双向限制为 1350W）
2. 光谱仪：同时阶梯型 52.91 线 / mm 刻划光栅，383mm 有效焦距，9.5° UV 熔融石英交叉色散棱镜
3. 光谱带宽：7pm(200nm)
4. 波长范围：166nm-847nm
5. 检测器类型：高性能固态 CID86 芯片

仪器服务领域：

环境空气、水、土壤、污泥、医药、生物学等样品中的金属元素分析。

石墨炉原子吸收分光光度计 (atomic absorption spectrophotometer)

购置年份: 2020.12.21
生产厂家: 赛默飞
规格型号: ICE3500
存放位置: 长清校区 2 号教学楼 A211
设备管理人: 李书平
联系电话: 18788514153

仪器简介

1. 燃烧头 :100mm 全钛燃烧头, 耐酸耐碱, 高度可自动优化。
2. 灵敏度 :5mg/L Cu 吸光度 $\geq 1.0A$; 稳定性: 火焰法 $RSD \leq 0.5\%$ 。
3. 控温方式温度范围: 室温 - 3000 $^{\circ}C$, 2000 $^{\circ}C$ /S 瞬间升温。
4. 检出限 :Cd 检出限 0.2pg/L。
5. 精密密度 :2ppbCd 溶液连续测定七次的 $RSD \leq 3\%$ 。
6. 背景校正: 火焰用氘灯校正, 石墨炉具有氘灯与交流塞曼两种校正技术。确保可校正高达 3A 的背景。对高达 2A 的背景校正, 误差 $<2\%$, 对 1A 的背景校正, 误差 $<1\%$ 。
7. 光栅: 1800 刻线 /mm, 焦距 :270 nm。
8. 色散率: 0.5nm/mm。

仪器服务领域: 用于样品中多种微量金属元素的半定量分析、定量分析。主要针对钾碱生产金属, 非金属元素的分析, 包括砷、汞等元素分析, 废液中的铅、铜、镉的测定定性分析



双系统离子色谱仪 (Dual system ion chromatograph)

购置年份: 2020.12.21
生产厂家: 赛默飞
规格型号: Aquion RFIC (阴阳离子及有机酸)
存放位置: 长清校区 2 号教学楼 A209
设备管理人: 李书平
联系电话: 18788514153

仪器简介

1. 离子色谱泵: 双泵头, 泵流速范围: 0.2-2.5mL/min, 最大压力: 35 MPa, 流速恒定度: $< \text{设定值的 } 0.5\%$
 2. 电导检测器: 测量范围 0-5000us/cm, 分辨率可达到: 0.0028nS/cm, 噪音: $< 0.2\text{nS/cm}$, 池体积: 0.8ul, 测定池的最大反压力: 5.0Mpa
 3. 抑制器: 自动 MSM 化学抑制器
 4. 色谱分析柱: 阴离子分离柱, 完成 F^- 、 AC^- 、 Cl^- 、 Br^- 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} 等阴离子分析。
- 仪器服务领域:
- 适用于样品中阴阳离子、有机酸及有机胺类物质的分析。



蛋白质品质控制分析仪 (Protein quality control analyzer)

购置年份: 2020/12/21
生产厂家: 诺坦普科技 (北京) 有限公司
规格型号: NANOTEMPERTycho6
存放位置: 长清校区 2 号教学楼 A206
设备管理人: 李书平
联系电话: 18788514153

仪器简介

采用生物分析仪蛋白质分析解决方案执行自动化蛋白质电泳。采用灵活快速的方法来评估各种样品中蛋白质的浓度和纯度, 并对其进行表征。

仪器主要特点及技术指标

- 主要技术指标:
1. 样品数量: 6 个
 2. 样品消耗量: 10 μL
 3. 样品浓度范围: 0.010 至 200 mg/mL
 4. 测量参数: Inflection temperature (Ti); Initial ratio (350 nm/330 nm at 35 $^{\circ}C$); Δratio (between 95 $^{\circ}C$ and 35 $^{\circ}C$);

Sample brightness

5. Ti 值重复性: 标准偏差小于 0.15 $^{\circ}C$, 相对标准偏差小于 0.2 %
6. 荧光检测通道: 330 +/- 5 nm 和 350 +/- 5 nm
7. 荧光源: 内源色氨酸和 (或) 酪氨酸

服务范围:

1. 绝对分子量测定
2. 聚体状态的确定
3. T_m & Tagg 值的测定
4. 粒径测定



同步热分析仪

购置年份: 2020/04/08
生产厂家: 日本株式会社理学
规格型号: TG-DTA8122
存放位置: 长清校区 2 号教学楼 A213
设备管理人: 李书平
联系电话: 18788514153

仪器主要特点及技术指标

1. 工作温度范围: 室温 ~1600 $^{\circ}C$;
 2. 升温速率: 0 ~50K/min;
 3. 温度精度: $\pm 0.1^{\circ}C$ (标准金属)
 4. 热焓精度: $\pm 1.0\%$ (标准金属)
 5. 天平分辨率: 0.1ug;
 6. 测试气氛: 氧化、还原、惰性气氛, 以及真空;
- 服务范围:
- 广泛应用于各种有机物、无机物、高分子材料、金属与合金材料、陶瓷材料、医药、食品、含能材料等领域。

仪器简介

同步热分析 (TG-DTG/DTA) 是将热重分析 (TGA) 与差热分析 (DTA) 结合为一体, 在同一次测量中利用同一样品同步得到热重与差热信息的分析方法。可以研究样品的热稳定性、分解、氧化还原、吸附解吸、游离水与结晶水含量、成分比例计算、熔融、结晶、相变、反应温度与反应热、燃烧热、比热等。



Zeta 电位和纳米粒径测定仪

购置年份：2020/12/21
生产厂家：英国，马尔文公司
规格型号：Zetasizer Nano
存放位置：长清校区 2 号教学楼 A206
设备管理人：李书平
联系电话：18788514153



仪器简介

纳米粒度和 Zeta 电位分析仪是用于表征分散型样品和溶液中纳米颗粒以及微米颗粒的仪器。它可通过测量动态光散射 (DLS)、电泳光散射 (ELS) 和静态光散射 (SLS) 来测定颗粒尺寸、zeta 电位和分子质量。

仪器主要特点及技术指标

1. 单角度浓度测量范围： 40% w/v；
2. 粒度测量角度：15 度、90 度和 175 度或其他三种测量角度
3. 电导率范围： 0-200ms/cm 的样品；
4. 测量范围 ±1000mV；采用 cm-PALS 相位分析技术。

服务范围：

主要分析液体介质中粒子或大分子的粒径、Zeta 电位和分子量三个参数；能够进行趋势和自动滴定测量的功能，并且能够测量蛋白质的熔点。可分析所有能够稳定存在于溶液中作布朗运动的颗粒。适用于纳米材料，包括乳液，悬浮液，蛋白质等样品的粒度、Zeta 电位及分子量的测量，用于表征和评判各种体系的粒径分布、分子量大小以及体系稳定性。

1. 子尺寸及其分布
2. 粒子的电荷
3. 分子量
4. 粒子形态

高浓度有机废液深度浓缩与低温微波快速脱水干化技术

成果简介

本成果针对轻工行业（如发酵废醪液等）、化工行业（含盐高浓度有机废液等）形成的有机高浓度废液传统资源化过程能耗高、VOCs 排放量大等额外难题，开发了高浓高黏稠有机废液深度浓缩与低温微波快速脱水干化技术和成套装备，通过脱水干燥，产品含水率小于 4%、不添加化学药剂，无含恶臭 VOCs 的脱水烟气产生，实现了含硫、含氮、含盐黏稠废液资源化率 100%，深度浓缩蒸汽消耗比现有行业使用的结晶蒸汽能耗节省 50% 以上。

核心技术及指标

浓缩浓度为低浓度到 80-85% 固含物之间；浓缩段蒸汽消耗，吨水 /0.3 吨蒸汽；浓缩段电耗，20 度电 / 吨水；真空脱水段电耗，3-4 度电 / kg 水；脱水系统均在密闭负压≤ 70℃下进行，消除异味产生的因素。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

以年产生 45% 浓缩黏稠废渣 10000 吨的企业为例，可以建成万吨级 / 年高浓高黏稠有机废渣深度浓缩与低温微波快速脱水干化成套装备生产线，以发酵废液资源化为例，每吨产品的价值可达 1000-1500 元，可形成 1000-1500 万元 / 年的直接产品。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 7 项。

成果负责人	臧立华	职称 / 职务	教授	手机	13325127799
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

碳基多维复合光催化体系用于废水深度处理技术开发与研究

成果简介

高效去除水体中的新污染物在环境治理，特别是废水处理方面有较高的需求。但是，目前传统的废水处理方法并不能实现其有效降解。因此，利用构建的光、热催化体系高效、原位处理难降解有机物废水，具有迫切的市场需求。本项目构建了以类石墨烯多维纳米材料（氮化碳、溴氧铋、石墨烯等）为核心的多维复合光催化体系，将其应用到废水深度处理中。特别是对于化工废水中的特征性污染物、持久性有机污染物、抗生素等表现出优异的光催化降解性能。

核心技术及指标

构建新型类石墨烯多维复合光催化体系，可结合臭氧催化、热催化等高级氧化技术, 实现对抗生素药物、苯酚废水及 VOCs 的持续稳定降解。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

所构建体系，光催化材料前驱体成本低，制备方法简单，生成量稳定，有望进一步应用到实际废水处理当中，有一定的产业化前景。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 3 项。

成果负责人	孙静	职称 / 职务	副教授	手机	15153150357
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



第八部分
化学与制药学部

PART II
FACULTY OF CHEMISTRY AND PHARMACY



化学与制药学部

学部简介

化学与制药学部成立于 2021 年 10 月，由化学与化工学院、山东省分析测试中心和药学院三个部门组建而成。

科研条件

学部拥有天然产物国家标准样品参比实验室、国家基本药物中药原料质量检测中心、国家中药材产业技术体系济南综合试验站 3 个国家级教学科研平台，以及山东省轻工助剂重点实验室、山东省大型精密分析仪器应用技术重点实验室、山东省高校轻工精细化学品强化建设重点实验室、山东省中药化学对照品（标准品）工程技术研究中心、天然产物分离提取共性技术创新与应用山东省工程研究中心、山东省实验教学示范中心等 6 个省级教学科研平台。主要从事中药资源及质量控制评价、环境污染物分析和控制修复、环境与健康免疫、材料失效分析及安全评估、功能高分子设计与合成、绿色化工、制药工程、日用化学品研究与开发等关键技术研究及相关成果转化。

实验室面积 2 万多平方米，拥有高分辨质谱成像系统、四级杆飞行时间质谱仪、600 M 核磁共振波谱仪、高分辨透射电子显微镜、流式细胞仪等国际先进仪器设备 100 余台套，总价值超 1.4 亿元。

师资队伍

学部现有教职工 324 人，其中教授 / 研究员 46 人，博士 180 人、博士生导师 15 人、硕士生导师 130 人。教师队伍中拥有院士级专家 4 人，国家百千万人才工程人选 3 人，国务院特贴专家 5 人，教育部新世纪优秀人才 3 人，山东省有突出贡献的中青年专家 5 人，泰山学者特聘专家 4 人，泰山产业领军人才 1 人，泰山学者青年专家 11 人，山东省教学名师 3 人。

学科建设

学部现有全日制在校本科生、硕士生 3000 余人。拥有化学、化学工程与技术 2 个一级学科硕士学位授权点，以及药学、材料与化工 2 种硕士专业学位授权点，化学学科为山东省一流学科，化学学科、药理学与毒理学等 2 个学科进入 ESI 世界学术机构排名前 1%。拥有化学、化学工程与工艺、制药工程、应用化学、药物制剂、药学 6 个本科专业，应用化学专业为“国家级一流”本科专业，化学工程与工艺为中国工程教育认证通过专业，制药工程专业为“山东省一流”本科专业。

人才培养

学部现有省级一流课程 6 门，省级精品课程 3 门，省级课程思政示范课程 1 门，出版教材 5 部，获山东省教学成果一等奖 1 项、二等奖 1 项。近年来，学生在“挑战杯”、“中国国际大学生创新大赛”、“大学生创新创业”及各类学科竞赛中荣获国家级金奖等 100 多项省部级以上奖励。毕业生年底就业率长期保持在 95% 以上，考研率在 45% 以上，其中“双一流”高校考研占比 50% 以上。本科生实行“大类招生、分类培养”的教育模式，秉承 OBE 教育理念，以“学生未来”为导向，发挥“产教融合，科教融汇”优势，形成了“以学生为中心”个性化的创新型人才培养模式。

人才培养

近五年学部承担“十四五”“十三五”国家重点研发计划、国家自然科学基金等各级纵向项目 500 余项，科研经费逾 1.5 亿元。获得山东省科技进步一等奖 2 项、北京市科技进步一等奖 1 项、山东省科技进步二等奖 5 项、山东省自然科学二等奖 1 项，山东省技术发明二等奖 1 项。在 Nature 子刊、JACS、Angew 等国际权威杂志发表学术论文 1200 余篇，授权发明专利 400 余件。

学部大型仪器设备简介

核磁共振波谱仪（Nuclear magnetic resonance spectrometer）

美国瓦力安公司
型号：Varian 600

仪器简介

核磁共振波谱仪（NMR）是研究有机化合物结构必不可少的重要手段，广泛应用于分子生物学、医学、药学、天然有机化学、合成有机化学、环保、香料、农药、等领域的有机结构分析，尤其在医药、药物中间体及中草药等天然产物的成分的分析中应用最多，有着其他仪器不可替代的作用。该仪器由美国 Varian 公司生产，配备 5mm 正向宽带脉冲场梯度探头和 5mm 反向宽带脉冲场梯度探头，仪器主要包括磁体、超屏蔽磁体系统、控制柜、前置放大器、SUN 工作站和软件以及氦梯度自动匀场系统。可以进行一维、二维及二维梯度场实验（如氢谱、碳谱、DEPT、NOESY、TOCSY、COSY、HSQC、HMQC、HMBC、gCOSY、gHSQC、gHMQC、gHMBC 等等）、杂核的核磁共振实验（氮谱、磷谱、氟谱等）以及弛豫实验等。

仪器主要特点及技术指标

分辨率及线形 (50% / 0.55% / 0.11%)；检测核 1H；标准样品氯仿的氘代丙酮溶液 5mm SW（宽带探头）400 C: S/N>280；5mm PFG-ID（反相探头）H: S/N>1000。



场发射扫描电子显微镜 (SEM)/ 能量色散 X 射线谱仪 (EDS)/ 电子背散射衍射探测器 (EBSD)

德国蔡司公司
规格型号：Supra ⁵⁵

仪器简介

金属、非金属及复合材料、生物样品表面形貌、组织结构的观察分析及图象处理；纳米材料：纳米粉及纳米粉体的形貌观察和粒度测量分析；微区成分的定性、定量分析，并对重点区域做元素分布图；微区取向分析、织构及取向差分析、晶粒尺寸及形状的分析、晶界、亚晶及孪晶性质的分析，可以实现 EBSD 与 EDS 同步扫描；可对固体材料的表面镀层形貌、镀层进行结合情况观察、镀层厚度测量、界面处元素线分布图；广泛用于冶金、生物、建筑、机械等行业的材料形貌观察及元素成分分析，如金属、半导体、陶瓷、高分子材料、有机聚合物等。本电镜配备有牛津 X 射线能谱分析仪 (EDS) 和牛津电子背散射衍射探测器 (EBSD)。

仪器主要特点及技术指标

分析元素范围：4Be ~ 94Pu；
分辨率：1.0nm @ 15kV；1.7nm @ 1kV；4.0nm @ 0.1kV；
放大倍数：12 - 900,000x；
加速电压：0.1 - 30kV；
可分析元素范围：4Be ~ 94Pu；二次电子形貌（SEI）、背散射成分像 / 形貌像（BEI）、吸收电子图象、能谱成份图象分析、微区取向分析。



Bruker rapifleX MALDI 组织成像质谱仪

德国布鲁克公司

型号: rapifleX MALDI Tissue typer

仪器简介

从快速的数据采集到基于 SCiLS 软件的综合性数据挖掘技术, rapifleX 可获得超高的成像质量, 基于优异的检测性能, rapifleX 可实现小分子化合物 (药物、代谢物、脂质、肽段、金属离子等) 和生物大分子 (蛋白质等) 等内源、外源化合物的检测分析, 满足现代生物医学发展的要求, 应用于疾病发展、治疗响应、环境暴露、毒性反应等细胞转化相关的分子变化的各种非靶向研究。目前最广泛的 应用包括肿瘤的分子病理学研究、药物组织代谢分布研究、药物转运和毒理学评价, 脑功能和脑疾病研究。

仪器主要特点及技术指标

rapifleX MALDI Tissue typer 成像质谱系统; 质谱仪包括 MALDI 离子源, 正、负模式检测, 线性和反射模式; 质谱仪包括 10kHz 固体激光器和激光束模式调制, 达到最佳灵敏度; 扫描激光器可以产生真实像素点, 在显微玻片上有限区域以 20Hz 采集速度获得 20μm 像素, 满足不同分辨率的图像精度要求; 激光器寿命保证超过 100 亿次的激光发射; 质谱仪包括专利的二维样品移动平台, 通过激光束和样品靶板的同步提高平台机械的寿命和采集速度;

灵敏度:

线性模式: BSA (m/z 66,000) @ S/N ≥ 100:1 for < 500 fmol;

反射模式: [Glu1]-Fibrinopeptide B (m/z 1,571) @ S/N ≥ 100:1 for 250 amol;

质量分辨率:

线性模式 ≥ 1,200 @ m/z 12,361 (Cytochrome C); 反射模式 ≥ 50,000 @ m/z 3,147 (Somatostatin);

质量精确度:

线性模式: 外标法 ≤ 60 ppm, 内标法 ≤ 50 ppm;

反射模式: 外标法 ≤ 5 ppm, 内标法 ≤ 1 ppm; 质量范围 20 – 500,000 m/z



X 射线衍射仪；帕纳科

仪器简介

药物晶型及结晶度方面的应用分析; 各类无机物、有机物 (甚至液体) 的定性、无标定量分析; 薄膜材料、介孔材料的小角分析; 纳米材料的小角散射及晶粒大小测定; 晶胞参数、晶格畸变的精确测定

仪器主要特点及技术指标

X 射线发生器和机柜: 最大输出功率: 4kW 最大管压: 60kV, 1mV/ 步, 机柜同步数字显示; 最大管流: 60mA, 1mA/ 步, 机柜同步数字显示; 电源稳定度: 0.005 (外电源变化 10%); X 射线防护标准: 1uS/h (10cm 距离) 金属陶瓷 X 光管: 最大功率: 2.2kW (Cu 靶) 最大管压: 60kV 最大管流: 60mA 焦斑: 12x0.4mm 长细焦斑; 测角仪: 角度重现性: +/- 0.00010 最小可控步长: 0.00010, 可以停止在任何规定角度; 像素大小: 55umx55um 动态范围: 1x1010cps 97 线性范围: 2.5 x109cps。



超高效液相色谱质谱联用仪 (UPLC-MS/MS)

Waters

型号: Acquity UPLC I-CLASS / XEVO TQ-XS

仪器简介

主要用于小分子化合物的定量分析, 如环境中有毒有害物质等样品的定性、定量及确证分析, 食品安全分析, 农兽药残留分析, 非法添加物和违禁添加药物分析。

仪器主要特点及技术指标

配复合离子源 (ESI/APCI 复合离子源), 在一针进样的同时完成 MRM 定量通道和全扫描的样品信息扫描模式。1 pg 利血平柱上进样, m/z 609-195, 信噪比 ≥ 500000:1, 同时满足 6 针重现性 RSD < 2%。



高端生物医药与精细化工品绿色结晶智能控制技术

成果简介

山东省是医药大省，据估算截止“十三五”底，我省医药产值达 7000 亿元。然而，我省大多数药企仍以仿制药为主，且原料药及制剂制备关键环节存在的诸多药物晶型与晶体形态学指标控制难题是制约我省乃至全国药品行业发展的瓶颈。

核心技术及指标

本团队基于上述问题，研发了集成在线过程分析技术（PAT）和智能闭环控制技术，实现对过程 and 产品质量参数的实时检测和调控，控制药物晶型，确保最终产品的质量；通过制药工艺过程模拟和工艺优化，进行制药新技术和软件开发的研究；采用自主开发的有机药物活性组分纯化的连续反应结晶操作工艺，结合新药物的特点，研究制药新工艺和新设备，形成自主知识产权、易于移植的关键核心技术和产品。尤其是在药物晶型控制与开发、晶体粒度分布、堆密度、流动性和色度等方面具有核心技术。

图 1 运用在线过程控制设备，实现了基于粒度、过饱和度控制的药物结晶过程控制，构建 CFD-PB 放大模型，解决产品“工业化”放大问题。

图 2 借助分子模拟结果，设计新型结晶方案，进行多目标优化，实现药物晶习和粒度分布的精准调控，解决药物“造的不行”问题。

集合分子模拟预测设计实验，提高药物晶型筛选的效率和成功率，解决药物“不能制造”问题。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

除了医药行业，该技术也可用于食品添加剂如氨基酸、糖类和无机盐的结晶过程质量提升。技术可降低企业生产成本、提升生产效率，可大大提高产品的附加值，实现产品的定制化生产。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 6 项。

成果负责人	薛富民	职称 / 职务	研究员	手机	18769722218
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



图 1、产品结晶在线过程控制技术与工业化放大

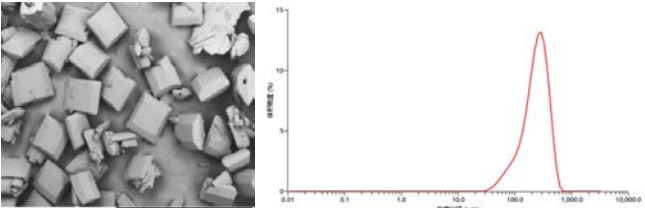


图 2、产品晶习与粒度调控

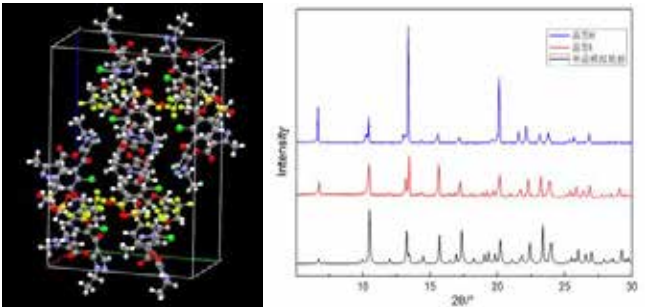


图 3、开发的特定晶型控制技术

基于 COF/MOF 复合材料的食品样品前处理新方法研究

成果简介

“民以食为天，食以安为先”，食品安全一直是全社会关注的焦点，而食品污染物的分析检测则是保障食品安全的关键，因此建立食品样品中新型有机污染物的快速前处理和分析方法十分必要。食品样品基质的复杂性，致使样品前处理技术在食品检测中处于至关重要的地位，发展廉价、高效的样品前处理技术是食品分析发展的必然趋势。基于这种需求，本课题将针对食品包装中的两类塑料添加剂（多溴联苯醚、双酚类化合物）发展多种快速、简单、环境友好的样品前处理方法，如固相微萃取和磁固相萃取等，基于 COFs/MOFs 新型复合材料的超强富集能力，将其作为高效吸附剂，用于这两类污染物的磁固相萃取和固相微萃取分析新技术的研究探索，最终实现食品中这两类污染物的定量分析（图 1）。该研究不仅对分析化学的发展有重要促进作用，对保障人民生活安全和社会可持续发展也具有重要意义。

核心技术及指标

1. 设计基于 COF/MOF 复合材料的固相微萃取或磁固相萃取的有机污染物分析新方法 2-3 种，结合色谱 - 质谱联用技术，实现食品污染物的检出限为 ng/L 的水平。
2. 申请国内外核心期刊上发表 SCI 收录论文 1-2 篇，申请发明专利 1-2 项。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

我国食品污染不仅对消费者健康形成威胁，而且造成了经济上的重大损失。而这部分损失并未由涉事企业充分补偿，老百姓和政府相当于在为企业“买单”。通过本项目研究成果，能够有效、快速发现食品的污染源头，监察部门能以此依法进行惩罚，对涉事企业起到有效震慑，进而保障国家和人民的权益。另一方面，项目研究所形成的前处理设备 & 关键检测技术方法（磁固相萃取、固相微萃取等）可推动分析检测等产业的升级和发展，增强其在国内外同类行业中的竞争力，从而产生显著的经济效益。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

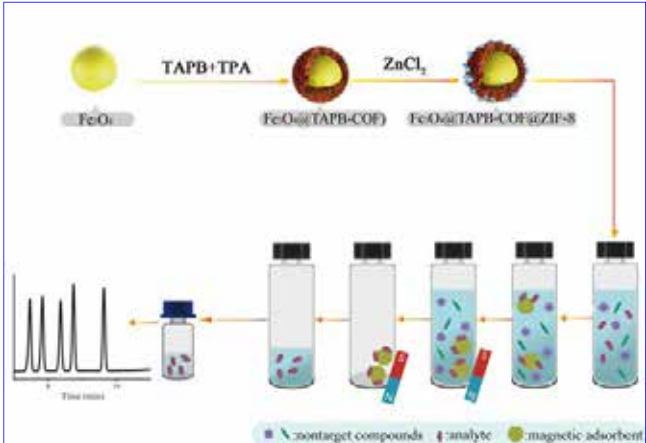


图 1、Fe3O4@TAPB-COF@ZIF-8 磁固相萃取饮料中双酚类污染物的示意图

成果负责人	姜海龙	职称 / 职务	副研究员	手机	18954342661
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

基于六方氮化硼纳米片的食品样品前处理新方法研究

成果简介

食品安全关乎人民健康和生命，责任重于泰山。虽然我国食品安全总体向好，但由微生物和化学污染物所引起的食品安全事件仍然时有发生。由于食品样品基质复杂，富含糖类、蛋白等多种干扰成分，而且污染物在样品中大都处于痕量水平，直接使用仪器测定十分困难，因而需要借助行之有效的样品前处理技术。本项目针对食品中污染物分析的紧迫需求，拟制备新型的适用于食品中污染物分析的磁性 h-BNNSs 复合材料，获取其吸附萃取的相关信息，研究其与目标分析物的作用本质，阐述其与目标分析物的相互作用或萃取分离的有关机理。发展高效、高选择性的磁性固相萃取新方法和新技术，结合现代分析技术，实现食品中污染物的快速分离和检测。

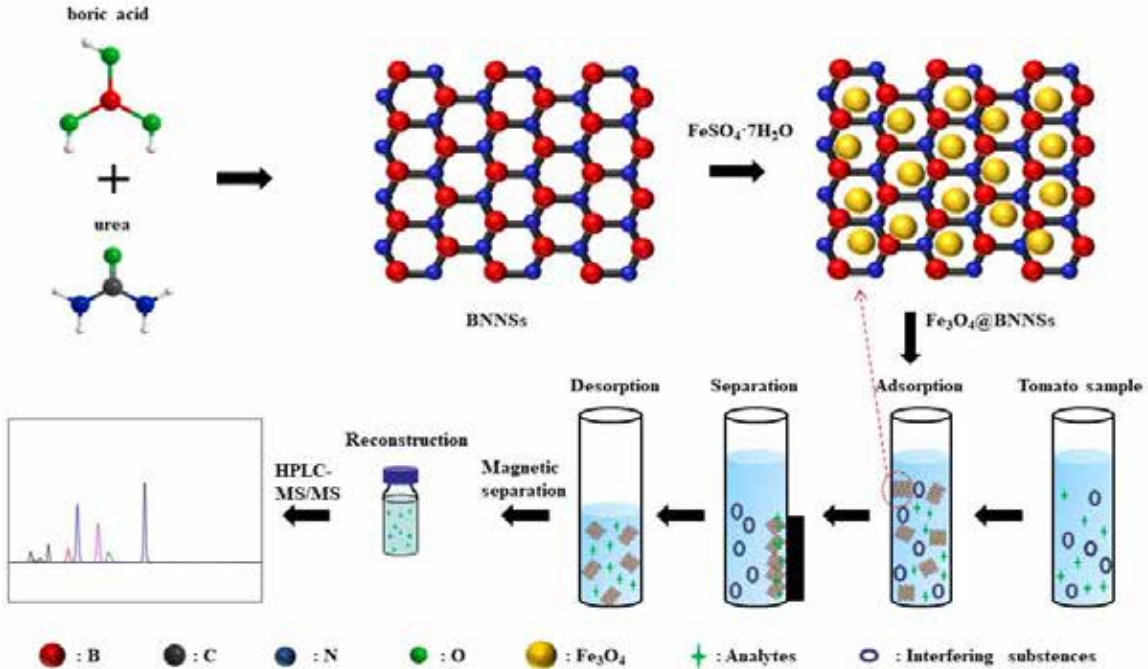


图 1、磁性氮化硼磁固相萃取 - 液相色谱 - 串联质谱分析苯甲酸类化合物

核心技术及指标

设计制备对食品中污染物具有较好吸附效果的磁性六方氮化硼纳米片复合材料，建立基于磁性固相萃取技术的分析新方法，并将其应用于食品中的污染物分析，探究磁性 h-BNNSs 复合材料和污染物之间的相互作用机理；发表 SCI 论文 1-2 篇。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

有效的食品安全分析可以帮助企业建立良好的声誉和品牌形象，增强消费者的信任。相反，如果食品安全问题频发，企业将面临巨大的经济损失和法律责任，甚至可能导致倒闭。从经济角度来看，有效的食品安全分析可以降低医疗成本。减少因食品安全问题导致的疾病，从而减轻医疗系统的负担，节省社会资源。通过本项目研究成果，能够有效、快速发现食品的污染源头，监察部门能以此依法进行惩罚，对涉事企业起到有效震慑，进而保障国家和人民的权益。另一方面，项目研究所形成的前处理设备 & 关键检测技术方法可推动分析检测等产业的升级和发展，增强其在国内外同类行业中的竞争力，从而产生显著的经济效益。

知识产权情况

成果负责人	李娜	职称 / 职务	副研究员	手机	17753139877
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

山地丘陵丹参全产业链提质增效创新体系构建与应用

成果简介

丹参属于我国 40 种常用大宗中药材之一，具有活血祛瘀，通经止痛等功效，是治疗心脑血管疾病的常用药，用量逐年提升。山东是丹参的道地产区和主产区，其品牌和市场在国内均占重要地位，质量上乘的丹参主要分布在沂蒙山、鲁中南等山地丘陵地区，但复种指数的增加导致其质量、品牌影响力等逐渐下滑，严重影响我省中药材产业的发展。本项目在国家自然科学基金、省科技发展规划、省自然科学基金等课题支持下，针对丹参药材生产和质量控制中的关键核心问题，构建山地丘陵地区丹参生态生产技术体系、产地初加工技术体系和质量综合评价体系，指导丹参药材生产及其相关中成药的质量提升。

核心技术及指标

- 揭示根系分泌物驱动下的微生物群落重构及协同致害机理；构建基于抗连作优良品系筛选、区域生态栽培配套、土壤肥料调节补充的丹参“三位一体”种植技术体系。
- 明确干燥工艺对鲜切丹参品质的提升作用；建立丹参水分无损检测技术，阐明丹参干燥过程中的水分迁移规律；优化干燥工艺过程，建立工业化干燥工艺体系，二次提升丹参品质。
- 建立基于丹参化学成分空间表征、指标成分标准制备、定量指纹图谱精准构建的丹参全产业链质量综合评价体系，为丹参生产、化学成分分离制备及中成药质量评价标准提升提供支撑。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目揭示我省山地丘陵地区丹参连作障碍的形成原因并构建相关的生态栽培技术，明确丹参干燥过程中水分迁移规律并构建产业化的产地初加工技术体系，构建丹参质量综合评价体系并指导从药材到中成药的全链条质量标准提升。相关成果指导了山东沃华医药、莱芜紫光、山东省药材等单位丹参药材与中成药的产业化开发。近三年，累计新增销售额达 16697.4 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 7 项，获批国家实物标准 3 项，团体标准 3 项。

成果负责人	刘伟	职称 / 职务	研究员 / 副主任	手机	18853109860
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

山东道地药材生态种植及产地初加工关键技术研究

成果简介

金银花、瓜蒌在我省种植历史悠久，品质上佳，入选“鲁十味”齐鲁道地药材。山东是金银花和瓜蒌的道地产区和主产区，以山地丘陵种植为主，在我国具有重要的品牌和市场影响力，然而由于生产过程存在的滥用化肥农药、种植不规范和产地加工技术落后等问题，致使药材的有效性、安全性和经济效益受到威胁，严重制约我省道地中药材产业的高质量发展。本项目在国家重点研发计划、国家自然科学基金及山东省重点研发计划等课题支持下，针对山东道地药材生态种植及产地初加工过程中的关键技术问题，构建金银花和瓜蒌生态种植技术体系和产地初加工技术体系，指导金银花和瓜蒌绿色生产。

核心技术及指标

1. 构建山东道地药材生态种植技术体系：开展金银花山地丘陵生态种植、间作生态种植及病虫害绿色综合防控技术的研究，形成金银花仿野生种植技术规范和平邑县金银花病虫害绿色防控技术规范并进行示范推广；开展瓜蒌间作生态种植技术的研究，形成瓜蒌－黄豆间作生态种植技术规范并进行示范推广。
2. 构建山东道地药材产地初加工技术体系；揭示金银花褐变机理，明确低温梯度烘干为金银花最佳产地加工工艺，建立工业化干燥工艺体系，二次提升金银花品质；建立了瓜蒌中水分的无损检测技术，阐释水分散失规律，基于多指标质量评价体系，优化瓜蒌采后干燥加工工艺技术，应用于小儿消积止咳口服液等中成药生产过程全链条的质量控制，提升产品质量。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目构建了我省道地药材金银花和瓜蒌生态种植技术体系；揭示金银花褐变机理并构建产业化的产地初加工技术体系；基于多指标质量评价体系，构建瓜蒌采后干燥加工工艺技术，指导从药材到中成药的全链条质量标准提升。近三年，形成的生态种植技术规范在平邑、平阴等地示范推广面积超过 10000 亩，经济效益超过 1518 万元；形成的产地初加工技术体系指导鲁南厚普制药有限公司、济南禾宝中药材有限公司、临沂翔泰药业有限公司等企业金银花和瓜蒌品质提升，累计经济效益达 7617 万元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 4 项，国家实物 5 项，种子种苗团体标准 2 项，生态种植团体标准 2 项。

成果负责人	刘伟	职称 / 职务	研究员 / 副主任	手机	18853109860
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

天然产物分离制备关键技术及其国家标准样品研制

成果简介

天然产物标准样品是天然产物系列标准制定的基础与核心，但天然产物基质复杂，活性成分含量低、易氧化、分离制备困难，严重制约了天然产物标准样品的研制。我们以国内外市场关注度高的大宗产品为研究对象，以其活性成分标准样品研制为突破口，通过技术创新，突破天然产物活性成分分离制备的技术瓶颈，构建标准样品研制技术体系，研发了新型高效的分离仪器；建立了天然产物分离纯化与标准样品研制的技术平台，从 50 余种中药材中制备出对照品 600 余种，其中 56 种提升为国家标准样品，建设了活性成分实物库、数据库和技术平台；为澳大利亚莫纳什大学、中国中医科学院、量子高科、宏济堂制药等 100 余家单位的科研、生产、检测提供了有力的技术支撑，通过示范性的研究，突破多类活性成分分离制备的技术瓶颈，建立标准样品研制技术体系，推动我国天然产物产业的发展与技术升级。

核心技术及指标

1. 超高压辅助液膜萃取、分子印迹靶向富集、离子液体介导加速溶剂提取等新技术新方法，解决复杂介质中微量天然活性成分高效提取、富集难题，回收率达 90% 以上，浓缩系数 10.0 以上，目标成分含量提高 50 倍以上。
2. 建立以高速逆流色谱为核心的多技术耦合分离体系，实现目标化合物的高效、精准分离，分离时间仅为传统方法的 1/20，样品收率提高 5 倍，制备效率提高了 30 倍以上。
3. 建立了基于不同原理的定值方法，解决了天然产物标样定值的难题；通过系统研究，构建了天然产物国家标准样品研制技术体系，标准样品纯度大于 98%，置信度为 95%的不确定度小于 1%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

标准对社会经济发展的作用越来越突出，实物标准样品是标准体系的重要组成部分，其质量水平直接影响到产品质量检测数据的可靠、可比与国际互认。我国是一个天然产物资源大国，但相关产品国际市场占有额不足 5%，发达国家制定苛刻的技术标准，对我国贸易形成技术壁垒。加快我国天然产物标准样品技术体系建设、提升标准国际化水平迫在眉睫。天然产物基质复杂，活性成分含量低、分离制备困难，严重制约其标准样品的研制工作。因此，亟需开展针对上述难点的天然产物制备关键技术研究，掌握一批具有自主知识产权的核心技术，突破活性成分分离制备的技术瓶颈，建立相关技术体系并开展示范应用，从而推动我国天然产物产业的发展与技术升级，打破国外技术壁垒。本项目以国内外市场关注度高的大宗产品为研究对象，以其活性成分标准样品研制为突破口，通过技术创新，突破天然产物活性成分分离制备的技术瓶颈，构建标准样品研制技术体系，研制出青蒿素、丹参酮 IIA 等 56 项国家标准样品，填补国内空白。本项目与量子高科（中国）生物股份有限公司研制的蔗果三糖等 6 种低聚果糖国家标准样品，解决了保健品中低聚果糖难以检测的行业难题；为湖北阿泰克生物科技股份有限公司研制的光甘草定等美白添加剂标准样品及技术标准体系，公司成为全球美白添加剂行业的龙头企业，引领了行业的发展。同时，项目成果在宏济堂制药集团股份有限公司等企业推广应用，帮助企业建立相关标准，提高了产品质量和市场竞争力，近三年新增经济效益上亿元。对提高我国相关标准水平，建立与国际标准接轨的技术标准，推动相关产业升级具有重要意义。建立的天然产物化学标准品 / 对照品实物库、数据库，为十二五国家科技支撑项目、国家自然科学基金、山东省自主创新等 30 余项课题的研究提供技术支撑；为中国中医科学院、北京市理化分析测试中心等 100 余家科研院校、检测机构提供标准样品及技术平台支撑科学研究、分析检测，社会效益显著。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 4 项，国家实物 5 项，种子种苗团体标准 2 项，生态种植团体标准 2 项。

成果负责人	王晓	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13031748019
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

饮用水中极性有机污染物的高灵敏分析关键技术

成果简介

随着社会生产的迅速发展，大量工业、农业和生活废弃物进入水体中，导致水污染日益严重，水质不断恶化，对生态环境和人体健康造成严重危害，水体污染已成为现代社会面临的严峻挑战。开展水体中有机污染的高灵敏分析检测技术研究，在环境水质监测及污染控制中具有重要作用。水体中有机污染物浓度较低，大多在 ng/L 以下，直接分析难度较大，须对样品中的目标污染物进行分离富集。传统的样品前处理方法存在处理周期长、操作繁琐且对于水溶性强的极性有机污染物富集效果相对较差等问题，迫切需要发展高效、快速的样品前处理技术以满足当前水质监测的需求。项目以全氟化合物、苯酚类化合物和磺胺类抗生素等典型有机污染物为研究对象，建立饮用水中这些新型污染物的快速分离分析新技术。本项目的创新之处在于以共价有机骨架材料、共轭微孔聚合物材料等作为固相萃取的高效吸附剂，结合液 / 气相色谱－串联质谱技术，建立这些环境污染物的固相萃取分析新技术，实现水体中典型有机污染物的高灵敏分析检测。项目的完成将对这些新型环境污染物的快速前处理和分析有重要意义，为环境水质监测及水源污染控制提供技术支持。

核心技术及指标

以共价有机骨架材料、共轭微孔聚合物材料和聚苯乙烯 / 二乙烯基苯微球作为固相萃取高效吸附剂的饮用水中有机污染物分析新方法，方法检出限达到 ng/L 水平。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目建立的水中全氟化合物、苯酚类化合物和磺胺类抗生素等有机污染物快速样品前处理技术，相对于传统的液液萃取等前处理技术其效率明显提高，有效节约前处理时间，可满足水中该类污染物分析的需求，为环境水质监测及水源污染控制提供技术支持。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

成果负责人	王晓利	职称 / 职务	副研究员	手机	18660105263
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

关于固－液界面吸附中吸附剂浓度效应的表面组分活度模型研究

成果简介

在固－液界面吸附研究中，发现一反常现象被称为“吸附剂浓度效应”（Cs-effect），研究前期提出了表面组分活度（Surface component activity model, SCA）模型以解释这一现象，并优化完善了 SCA 模型，建立了相关模型参数（表面组分活度系数等）的测定（或拟合）方法，构建了 SCA 动力学方程；实验研究了金属离子和有机污染物在固－液界面的吸附过程，皆表现出明显的 Cs-effect，并证实了 SCA 方程的普适性；考察了 pH、离子强度、温度和特性吸附离子等因素对 Cs-effect 的影响，发现均不影响 SCA 方程所示的关系；阐释了吸附平衡和吸附速率与吸附剂浓度间的理论关系，加深了对固－液界面吸附特别是 SCA 模型适用性的认识；阐释了吸附剂浓度效应对固－液界面反应和吸附性能的影响规律及机理；为相关废水处理和土壤修复等工程的设计提供基础依据。

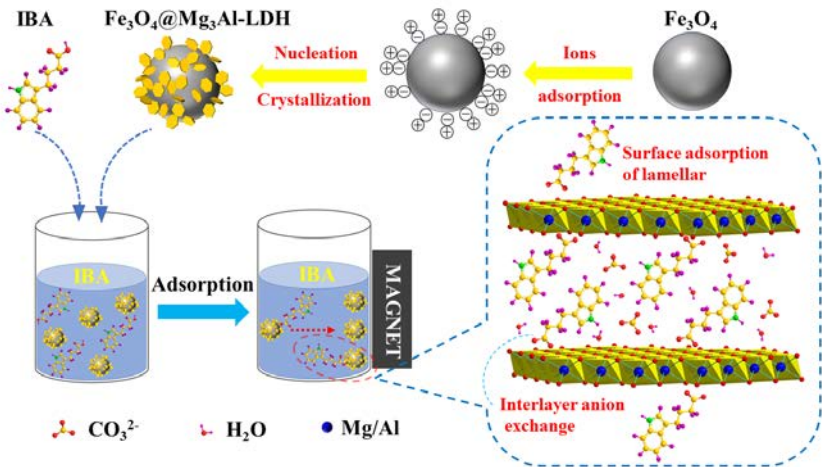


图 1、Fe3O4@Mg3Al-LDH 吸附水中植物促生长激素类污染物的示意图

核心技术及指标

考察 SCA 模型的适用性，明确相关模型参数的物理意义和影响因素，改进模型参数值的测定方法及 SCA 热力学方程，并构建 SCA 动力学方程，掌握吸附剂浓度效应的微观机理；基础研究成果以论文形式发表，预期发表 SCI 收录论文 3 ~ 5 篇。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目完成的多体系固－液界面吸附实验研究，包括吸附热力学和动力学实验，优化了表面组分活度（SCA）模型，建立了 SCA 动力学方程，阐释了吸附剂浓度效应机理。用本项目所得吸附实验数据以及文献中相关吸附实验数据，对 SCA 模型方程进行了适用性验证，结果表明 SCA 模型方程可更好地描述 Cs-effect 实验结果，可以消除重金属离子和有机污染物在固－液界面吸附过程中吸附剂浓度的影响。本项目的研究加深了对固－液界面吸附现象的科学认识，为 LDHs 吸附相关含重金属废水处理工程的设计提供了基础依据。本研究所建立的 SCA 模型和方程以及制备的磁性 LDHs 复合材料分别在废水处理工程的设计和吸附材料中具有应用前景。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

成果负责人	赵凌曦	职称 / 职务	副研究员	手机	15969678489
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

基于新型功能化 MOF 材料研制高效吸附剂用于环境样品中抗生素、抗新冠病毒药物的富集分析

成果简介

建立了一种室温合成具有微米尺寸功能化 MOF 超结构的自组装方法。通过吸附试验和计算流体力学模拟，分析了具有低比表面积 MOF 超结构具有较强吸附作用的机理，将 MOF/IL 复合纸基滤膜用于 SPE 设备中。在优化了复合膜的制备条件和 SPE 运行参数后，建立了相应的 SPE-HPLC-UV 分析方法。通过进一步深入分析强保留和弱保留化合物之间的结构差异，对所制备的 SPE 膜的选择性进行了评价，并根据分析结果确定四环素类抗生素为目标分析对象，采用该方法分析肉类样品，其线性范围为 16.6-833.3 ng/g（ppb）。本章工作的思路能够被用于涉及其他基于 MOF 材料的建立 SPE 分析方法用于检测一类结构类似物的工作中，所制备的微米级的球形结构功能化 MOF 超结构还有望以柱色谱的方式用于制备色谱的研究工作中。

核心技术及指标

功能化 MOF 材料的低能耗室温合成方法；纸基 MOF 萃取滤膜的制备方法；基于膜过滤方式的固相萃取液相色谱联用的分析方法（采用常规 UV 检测，均无需质谱检测器），分别用于肉类中抗生素分析（线性范围 20-1000 ng/mL，5 mL 样品 / 次）和水体中新兴污染物抗新冠病毒物分析（线性范围 10-1000 ng/mL，5 mL 样品 / 次）。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

制造端属于新材料领域，应用端属于环境监测领域，其中抗新冠药物属于新兴污染物，研制高效分析方法有助于环境监测标准的制定。

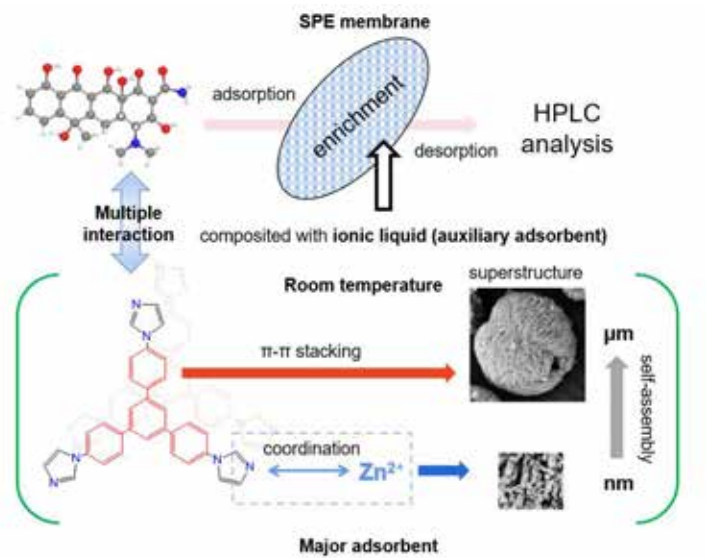


图 1、纸基 MOF 萃取滤膜用于肉类中抗生素分析的示意图

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

成果负责人	赵汝松	职称 / 职务	研究员	手机	13626418963
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

新型环境污染物监控关键技术及成套净化设备研发

成果简介

我国在经济飞速发展的同时，环境污染问题也日趋突出，成为人们密切关注的重要问题。建立科学的环境污染监控技术体系是环境污染控制与治理的基本保障，对于提高我国环境化学和环境毒理学的研究水平具有重要的科学意义和社会经济效益。项目结合国家重大科技需求，针对制约环境分析的瓶颈问题，开展新型环境有机污染物标准物质研究、样品前处理装置、标准分析方法和空气净化装置等四方面开展研发，并实现相关装置的产业化。通过多学科技术攻关，项目制备出多种新型环境有机污染物（多溴联苯醚、多溴联苯等）的标准物质，为环境污染监测提供物质基础；研制新型环境有机污染物样品前处理装置和空气净化系统，为新型环境污染物快速监控提供设备保障；建立新型环境有机污染物快速诊断技术，为我省新型环境污染治理和控制提供技术支撑。

核心技术及指标

研制新增 POPs 标准物质（标准溶液），掌握具有自主知识产权的新增 POPs 标准物质制备技术；研制新型有机污染物样品前处理装置和净化系统，为有机污染物快速监测和控制提供设备保障；耦合多种样品前处理技术，建立新型有机污染物标准化分析技术。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目针对环境中新型环境污染物，重点围绕新型有机污染物标准物质、新型有机污染物样品前处理装置、新型有机污染物标准分析方法和空气净化控制系统开展工作，有望为我省环境监测产业发展提供强有力的技术支撑和仪器保障。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 5 项。

成果负责人	赵汝松	职称 / 职务	研究员 / 副主任	手机	13626418963
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

生物可降解水性聚氨酯涂料

成果简介

随着以生态设计推动绿色发展的理念日益高涨，水性聚氨酯涂料开始在建筑、飞机、船舶、电缆等领域备受关注。水性聚氨酯作为一种 O/W 型的乳状液，其稳定性易受外界条件影响，我国传统水性聚氨酯综合性能较低，功能单一，水性聚氨酯的生物可降解性、耐磨性及高黏附等核心技术指标不稳定。为此，我团队长期从事水性聚氨酯的改性研究，致力于开发一种高性能多功能型水性聚氨酯。研发的产品不仅提升了水性聚氨酯的高耐磨性和疏水性能，而且具有优异的生物可降解性，并且解决了涂层与基底的高黏附性能等问题，使其功能化性能更加优异，更加亲民。此项目的研发将对我国建筑行业、海洋领域的经济效益、社会效益具有深远意义。

核心技术及指标

本项目采用生物可降解单体制备了环境友好型可降解水性聚氨酯。通过控制聚氨酯的软硬度含量，调控聚氨酯涂料的强度，研发高强度可降解涂料；利用改性的纤维素和二氧化硅微纳米粒子，提高涂料的耐水性和耐磨性，实现具有高耐磨性的超疏水涂料；同时采用改性的硅烷偶联剂作为封端剂，实现涂层与基底的高黏附性能。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

在市场规模方面，全球水性聚氨酯市场销售额在近几年内实现了显著增长。2022 年全球水性聚氨酯 PUD 市场销售额达到了 16.73 亿美元，预计到 2029 年将达到 24.98 亿美元，年复合增长率 (CAGR) 为 6.6%。在中国市场，水性聚氨酯行业的市场规模也呈现出快速增长的趋势。据估计，2022 年中国水性聚氨酯市场规模为 4.49 亿美元，约占全球的 26.9%，预计到 2029 年将达到 9.07 亿美元，届时全球占比将达到 36.3%。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 5 项。

成果负责人	刘利彬	职称 / 职务	教授	手机	18763988232
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

铁酸铋膜材料、低温在硅基底上集成制备铁酸铋膜的方法及应用

成果简介

由 5G 和 AI 等技术主导的物联网时代已经来临，几乎所有行业都将高度依赖智能化电子产品，而智能化电子产品需要从各种传感器接收信号传给执行器，并由执行器激活设备，以绿色环保的无铅压电薄膜为核心材料的压电 MEMS 系统是智能传感器领域的重要发展方向，在诸如微传感器、微执行器等小尺度、高集成换能器件中，有着广泛的应用，这些器件包括触觉反馈器、超声测距仪、环境微能量采集器、医用高频超声探头、MEMS 微镜、压电式喷墨打印头、相机自动对焦执行器等。这些智能器件将推动包括半导体、生物医学，精密制造，航空航天和军工国防等在内的下游高科技产业的创新发展，是充满技术多样性和产业机会的蓝海领域。申报人在此方向，不仅依托国家基金项目发表了研究无铅压电薄膜性能及其测试方法的多篇科研论文，而且提出了与半导体工艺高度兼容的无铅压电薄膜的创新制备方法，获得了一系列的专利技术，为其产业化进程做好了准备。

核心技术及指标

为了适应不同的使用环境以及由于小型化和集成化带来的材料稳定性指标的飙升，需要使用高居里点的无铅铁电电压电材料。与此同时，为了便于产业化发展，这类材料的化学成分不能太过复杂，制备温度不宜过高。符合这些要求的材料主要包括铁酸铋（BiFeO3,居里点在 820℃）和铌酸铋钙（CaBi2Nb2O9,居里点在 943℃）。申请者拥有包括上述成果在内的 3 项有关铁酸铋压电薄膜的发明专利和 1 项有关铌酸铋钙压电薄膜的发明专利。达到的核心技术指标主要包括：（1）横向压电系数 $e_{31,f}$ 2.5C/m2；(2) 纵向压电系数 d_{33} 120 pm/V; (3) r 200 (@ 1kHz); (4) tg 2% (@ 1kHz); (5) 制备温度 500C, 居里温度 $\geq$ 600C; (6) 耐击穿电场 30~90V/ μ m; (7) 循环稳定性: 在 5V 电压下经 120 万次压电驱动后, 压电系数降低 5%; (8) 老化稳定性: 制备 6 个月后, 压电系数降低 10%; 15 个月后, 压电系数降低 15%。(9) 矫顽电场 $\geq$ 200 kV/cm; (10) 自偏压 $\geq$ 10 V。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

技术工艺达标后，预计将带动产业链上下游 20 亿产值，打破国外技术和产品垄断，培育国内智能传感器行业快速发展。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 4 项。

成果负责人	欧阳俊	职称 / 职务	教授	手机	15315319866
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

榄香烯固体自微乳给药系统的研发与产业化

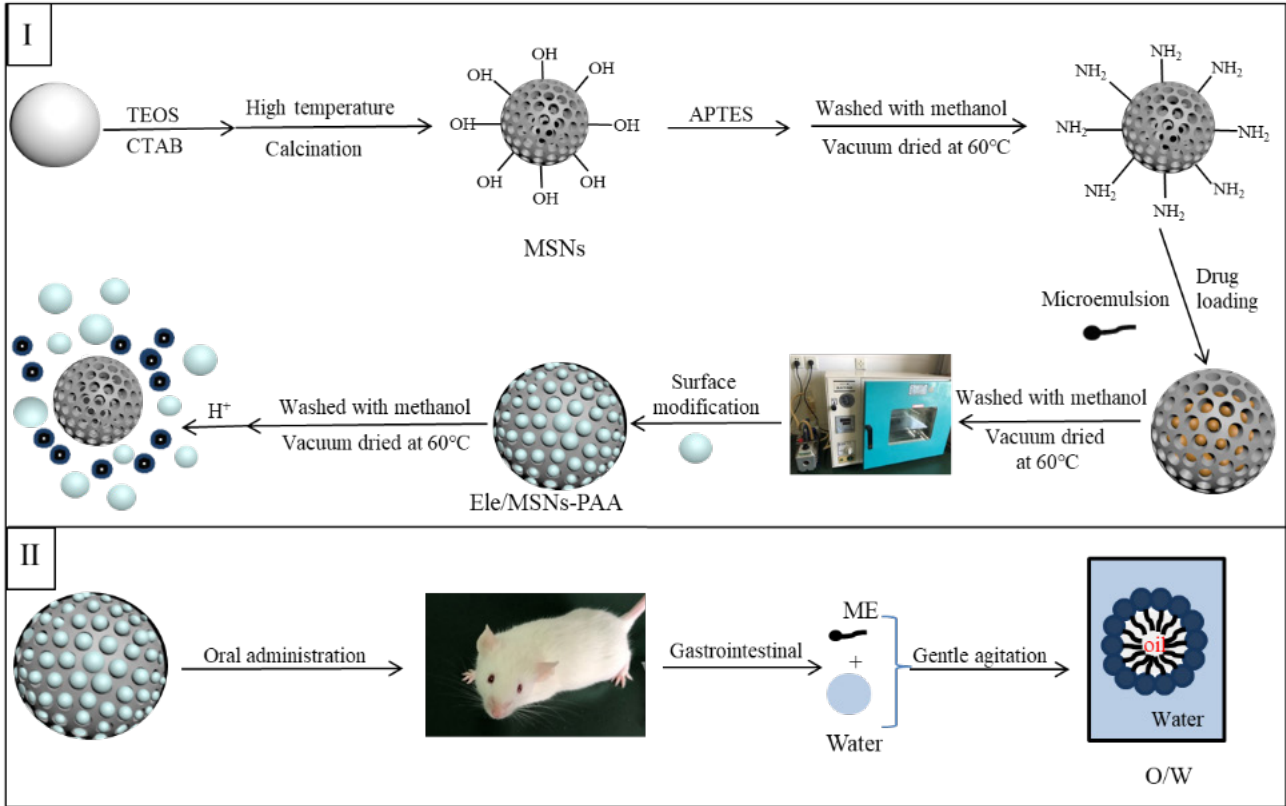


图 1. β- 榄香烯固体自微乳给药系统的制备工艺 (I) 与制剂进入小鼠体内完成自微乳化过程 (II) 的示意图

成果简介

自微乳给药系统是纳米胶体范围内一种新型的脂质给药系统，通常将难溶性药物与自微乳化给药系统相结合，用于改善药物的溶解度和生物利用度的问题。自微乳给药系统分为液体自微乳给药系统和固体自微乳给药系统。为了克服液体自微乳给药系统的缺点，新型的固体自微乳给药系统的开发热度逐渐升高，主要特点是通过不同的固化技术将液体剂型制成片剂或其他固体制剂，与直接封装于胶囊壳内相比，其稳定性更好，且剂量更准确。

榄香烯是从蓬莪术、温郁金等姜科植物的干燥根茎中提取的抗癌有效活性单体，其中以 β- 榄香烯为主要组成成分。β- 榄香烯具有广泛的抗癌谱性，能够通过多种作用方式起到抗肿瘤的作用，并且对多种肿瘤的治疗都有显著作用，同时还具有原材料来源广泛、价格相对较低等优点，具有较好的应用前景。

本成果以 β- 榄香烯为搭载药物，自微乳为关键技术，以介孔二氧化硅为固体载体，用聚丙烯酸作为堵孔大分子，通过固体载体吸附法进行聚丙烯酸修饰的介孔二氧化硅搭载 β- 榄香烯自微乳给药系统的研究，构建 pH 响应型的固体自微乳给药系统。本体系不仅能够实现控制释放给药，而且提高了其稳定性和生物利用高度，开发前景良好。

核心技术及指标

1. 自微乳处方包括但不限于 β- 榄香烯、肉豆蔻酸异丙酯、聚氧乙烯 35 蓖麻油、1, 2- 丙二醇等按照比例组成，形貌为类球形，粒径为 23.5 ± 1.8 nm，处方样品的稳定性良好。
2. 选用溶胶 - 凝胶法制备介孔二氧化硅纳米粒子，采用 3- 氨基丙基三乙氧基硅烷硅烷修饰法制备氨基化 MSNs。利用聚丙烯酸对载药后的 MSNs 进行表面修饰，达到 pH 敏感响应的效果。通过表面活性剂与硅源的自组装，合成的介孔二氧化硅纳米粒子具有规则孔道结构。其粒径约为 100.3 ± 2.1 nm，比表面积（BET）为 106.52 m²/g，孔径约为 3.375 nm。
3. 通过 FT-IR、氮气吸附 - 脱附、TEM、SEM、AFM，体外释放试验等表征手段对 MSNs，NH₂-MSNs 和 pH 响应型固体自微乳的化学结构、形貌粒径以及介孔和表面性质等物理化学特性进行数据分析，表明成功合成了聚丙烯酸包裹的载药介孔二氧化硅纳米粒子。
4. 固体自微乳制剂及 pH 响应型固体自微乳制剂组相较 β- 榄香烯混悬液组的药时曲线面积更大，β- 榄香烯乳化成自微乳乳液后能更好发挥的药效；相较于 β- 榄香烯混悬液组，尤其是 pH 响应型制剂组，药物能在体内的发挥较长时间的疗效。

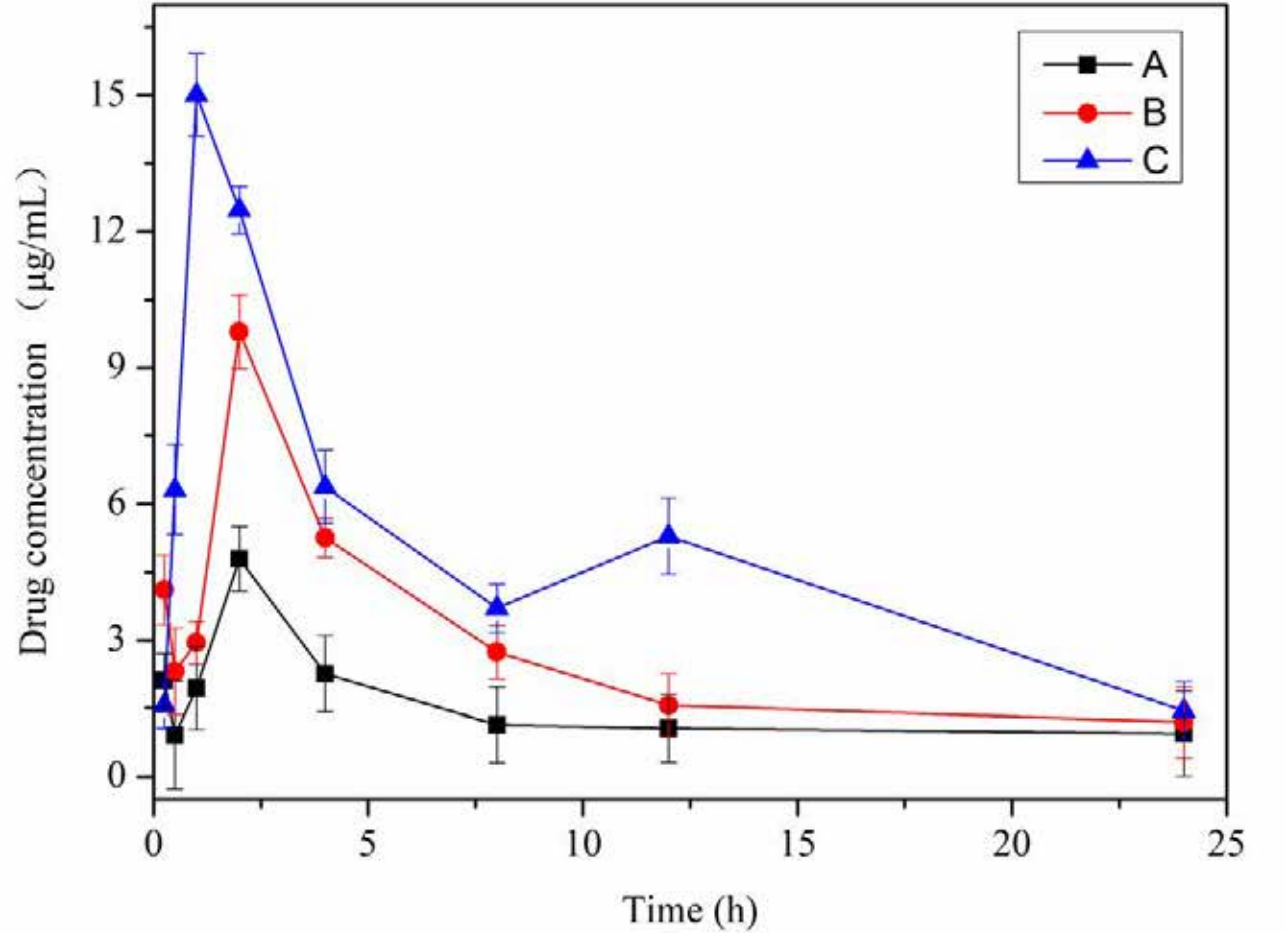


图 2. 小鼠经口服不同 β- 榄香烯制剂后在体内的血药浓度 - 时间曲线图 (A: β- 榄香烯悬浮液; B: 普通固体自微乳; C: pH 响应型自微乳。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

榄香烯原料药已有批准文号，制剂技术成熟，临床应用前景广阔，经济效益显著。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项，实用新型专利 2 项。

成果负责人	王言才	职称 / 职务	教授	手机	13869151991
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

纳米结晶缓释与控释高端制剂开发关键技术的应用

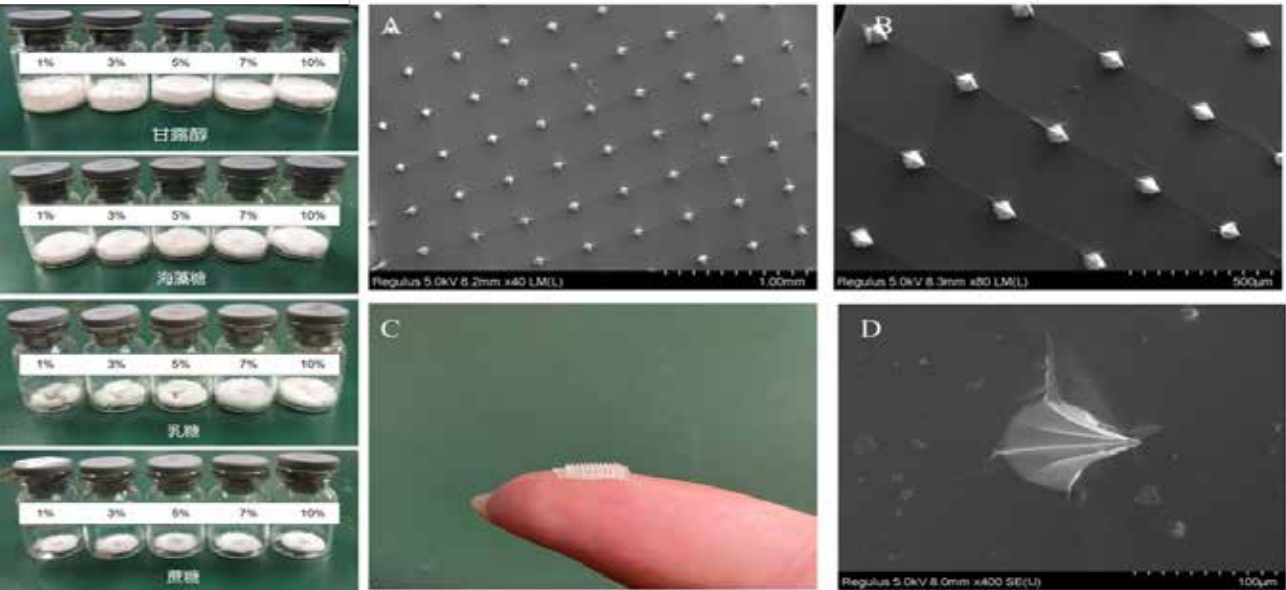
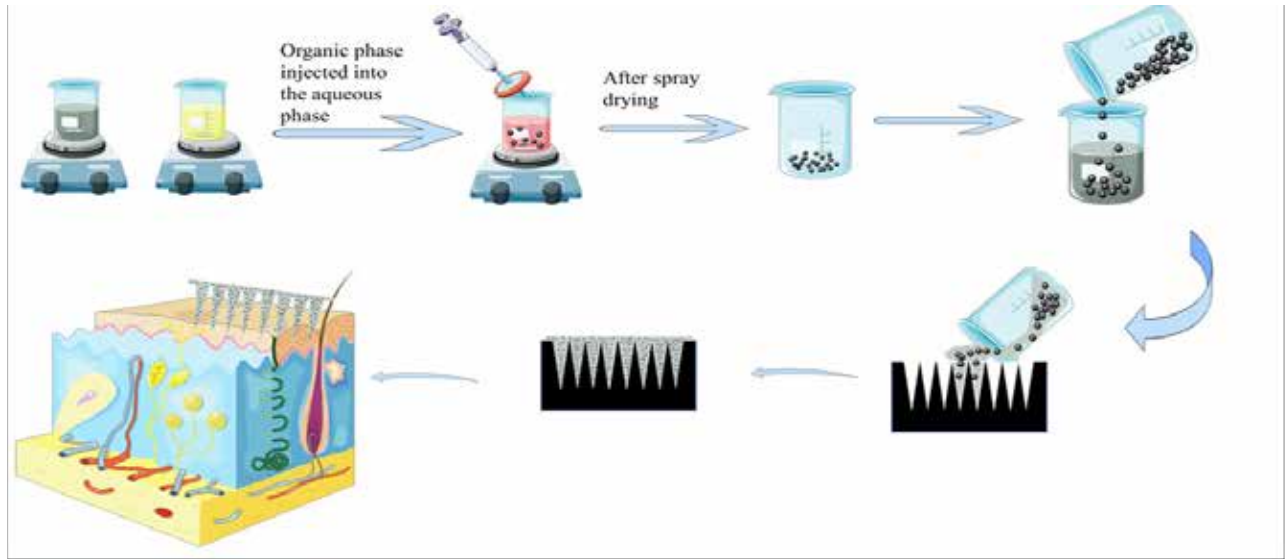


图 1、白藜芦醇纳米结晶静脉给药主动靶向性粉针剂和经皮给药可溶性共递送微针

成果简介

纳米结晶技术是改善难溶性药物功效的重要途径，是新药研发中的常用关键技术，但长期以来关于纳米结晶的稳定性和安全性问题认识不足，并导致纳米结晶技术发展与应用缓慢。本成果基于对国内外研究现状的宏观把握，系统分析了影响纳米结晶稳定性与安全性的因素，并对改善纳米结晶安全性和增加对其安全性认识进行了详细总结与研究，分析了影响纳米结晶稳定性和安全性的辅料因素及制剂工艺因素，研究了实现纳米结晶无菌化的方法，论证了制备高稳定性和安全性的纳米结晶的途径，建立了纳米结晶制剂技术平台，能够满足单一或者复方难溶性药物的制剂开发。

目前，本平台已经完成建设，并进行了 5 个品种的研发，剂型涵盖注射剂、片剂、干粉吸入剂、凝胶剂、微针等，能够为用户提高全套制剂技术方案和提供全程技术支持。该平台申报国家发明专利 10 项，获得省市科技奖励 3 项，发表学术论文 60 余篇，培养研究生 17 人。

核心技术及指标

1. 药物的溶解度 5 倍以上，溶出速率提高 10-20 倍；口服制剂相对生物利用度提高 1-6 倍；静脉注射制剂靶向系数提高 3-10 倍。
2. 难溶性药物的来源及理化性质不限，能够根据药物自身性质和适应症，选择最佳制备工艺和技术路线，完成客户的开发要求。
3. 以白藜芦醇为例，制备的叶酸-PEG-DSPE 修饰的靶向纳米结晶制剂粒子形态规整，为类球形，分散性较好，粒径较均匀，平均粒径为 210.32±4.86 nm，多分散系数为 0.106，Zeta 电位为 -31.23±2.11 mV。稳定性实验结果表明，白藜芦醇纳米结晶在室温下 20 天内稳定，在 4℃条件下不稳定；以形貌、外观、粒径以及再分散性为指标筛选出了最优的冷冻保护剂，确定了最优的冻干工艺。白藜芦醇纳米结晶具有类似片状与球状两种形貌，粒径分布均匀。白藜芦醇纳米结晶在反溶剂沉淀方法制备过程中，晶型发生了改变，形成了无定形态。溶解度的考察结果显示，冻干粉的饱和溶解度为 945.87 $\mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ ，与原料药相比，提高了约 33 倍，增溶效果明显。冻干粉在室温放置三个月后，粒径略有增大，外观与再分散性保持较好，稳定性明显提高；与白藜芦醇溶液组相比，白藜芦醇纳米结晶能够明显抑制 A549 细胞的生长，且抑制效果较强。体内抗肿瘤的结果表明，白藜芦醇纳米结晶注射组小鼠的肿瘤体积明显小于白藜芦醇溶液注射组（10mg/kg）（P<0.05），肿瘤抑制效果明显，证明多功能稳定剂制备的纳米结晶可以显著增强白藜芦醇抑制肿瘤增殖效果。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本成果主要是解决难溶性口服药物和注射靶向药物的开发，对原料药无特殊要求，根据药物性质、适应症及企业生产线，进行纳米结晶制剂药学申报资料的研究与整理，能够提供全套的药学申报资料，协助完成 GLP 材料，项目经济效益和社会效益预期良好。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 10 项，实用新型专利 7 项。

成果负责人	王言才	职称 / 职务	教授	手机	13869151991
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



第九部分
材料科学与工程学部

1913
FACULTY OF MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING



学部大型仪器设备简介

稳态 / 瞬态荧光光谱仪 FLS1000（FLS1000 Photoluminescence Spectrometer）

仪器简介

FLS1000 是一款最先进，测量光致发光的模块化光谱仪，专注于低温（3K）/ 常温稳态荧光光谱、时间分辨光谱测试和荧光量子产率。系统具有超高的灵敏度，可以根据需要从紫外可见到中红外光谱范围进行灵活配置，寿命测试的时间范围覆盖从皮秒到秒的 12 个数量级。

仪器主要特点及技术指标

- 1.230-1700nm 全范围稳态光谱、荧光寿命、绝对量子产率、时间分辨光谱、3-300 K 变温，3K 快速低温；
2. 光谱仪探测范围: (450W 连续氙灯（波长范围 230-1000nm）；超连续激光器波长区间: 405—2400nm；高能量脉冲氙灯（微秒灯）；波长范围 200-1000nm)；
3. 荧光寿命测量范围: 30ps - 1s；信噪比: 30,000:1，水拉曼峰测试，激发波长 350nm，狭缝 5nm，积分时间 1s。



布鲁克红外光谱仪（Bruker FT-IR Spectra）

仪器简介

布鲁克 ALPHA II 是一款紧凑型 FT-IR 光谱仪，主要由主机、高能量激光光源、KBr 分束器、红外检测器等组成，可以通过主机上的软件控制激光光源发出红外线，经过 KBr 分束器后由中红外检测器收集样品的结构信息。它用于化学分析，能够对固体、液体样品采集红外吸收或透过光谱，从而对样品中键及结构基团进行分析，适用于样品的定性分析、未知物鉴定、原材料验证、质量控制等。

仪器主要特点及技术指标

1. 激光器：半导体激光器校准光路；光源：带有预准直、高能量的 CenterGlowTM 中红外光源；分束器：KBr 分束器；检测器：中红外 DLATGS 检测器；
2. 金刚石 ATR 附件；
3. 测量范围为 8000-350 cm⁻¹，分辨率优于 2cm⁻¹；
4. 具备谱图比较、数据归一化处理、数据转换等功能。



IGA 智能重量分析仪（IGA002 The Intelligent Gravimetric Analyser）

仪器简介

智能重量分析仪（Intelligent gravimetric analyzer，简称 IGA）是一种用于化学工程领域的计量仪器。该仪器作为一种利用重量法来研究材料吸附性能的精密仪器，主要是通过精密的电子微天平，记录样品重量变化，进而得出材料的气体吸附性能。它可以自动地、可靠地测量材料的重量变化、压力和温度，以及在不同操作条件下的其他吸附、脱附的等温、等压曲线，评估整个过程的动力学参数。

仪器主要特点及技术指标

1. 天平量程：0-1g；
2. 天平动态量程：0-100mg；
3. 天平最大装样量：250mg；
4. 天平分辨率：0.1μg；
5. 天平长期稳定性：±1μg；
6. 压力范围：UHV-20bar；
7. 压力控制范围：10-8mbar-20bar；
8. 压力分辨率：量程的 1/16000；
9. 压力控制器：设定点调节或线性控制；
10. 最小可控增加量：量程的 0.05%；；
11. 温度传感器：K 型传感器，范围：-196℃ -1000℃。



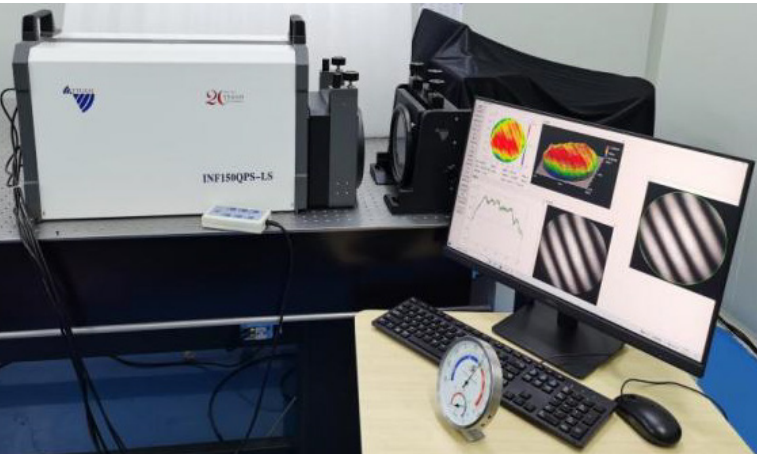
激光干涉仪（Laser Interferometer）

仪器简介

INF150QPS-LS 激光干涉仪的光源波段为 632.8nm，其综合了光学、机械、电子、计算机等科学技术，属精密光电测量设备。采用斐索干涉形式，干涉条纹图经计算机采集后，通过高速采样相移分析系统计算出面形分布及其他光学测量参数。激光干涉仪由干涉仪主机、隔振平台和高速采样相移分析系统组成。其中干涉仪主机包括干涉仪主体、平面透射标准镜和平面反射标准镜，高速采样相移分析系统由计算机及高速采样相移分析软件组成。干涉仪主机放置在隔振平台上，高速采样相移分析系统与干涉仪主机相连接。

仪器主要特点及技术指标

1. 功能要求：已知折射率和面型符合要求的玻璃面型及内部均匀性测量；
2. 测试结构：斐索干涉卧式结构；
3. 测试光源：采用氦氖相干光源，λ=632.8nm；
4. 测试口径：≤ Φ150mm。



透射电子显微镜 (Transmission Electron Microscope)

仪器简介

仪器由电子光学系统、真空系统、控制系统、底片成像系统、数字化成像系统等。可对样品的微区进行高衬度、高分辨成像。可以进行图像观察和微区的衍射晶体结构分析。

仪器主要特点及技术指标

1. 电子枪：预对灯丝；
2. 最大加速电压：120kV；
3. 相机长度：10-250cm；
4. 最小束斑尺寸：0.2μm 以下（TEM 模式）；
5. 放大倍数：×10 – ×1,500,000；
6. 图像观察窗：大荧光屏：直径 160mm；
小荧光屏：标准 20mm。



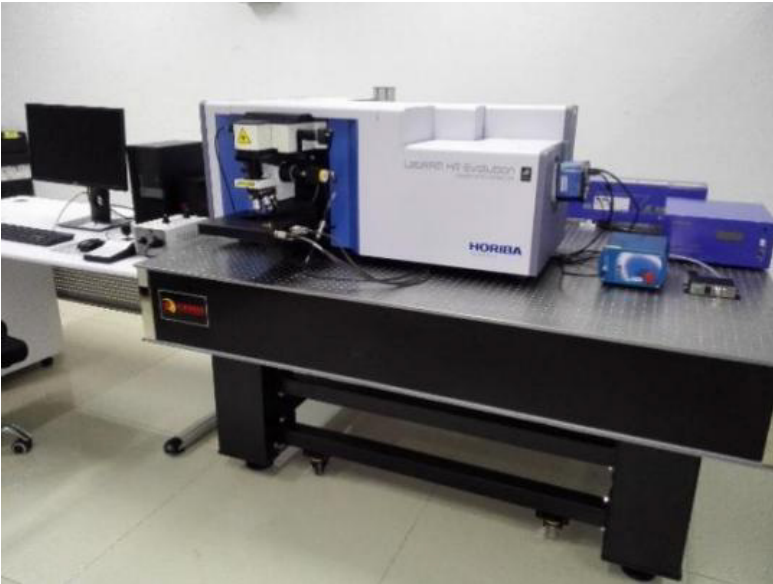
显微激光共聚焦拉曼光谱仪 (Laser-confocal microscope Raman spectrometer system)

仪器简介

LabRAM HR Evolution 激光拉曼光谱仪具有高度灵活性，可扩展到全波长范围（200 nm – 2100 nm），并实现了全波长自动切换。它保留了 LabRam HR 在单级拉曼光谱仪中焦长最长的特质以及无与伦比的消色差光学设计，确保在单级拉曼光谱仪中具有最高的光谱分辨率。LabRAM HR Evolution 不仅能为化学和结构鉴定提供高信息含量的光谱，并且在亚微米尺度可获得极高空间分辨率的结果。

仪器主要特点及技术指标

1. 光谱范围：200-2100nm；
2. 焦长：800 mm；
3. 光谱仪：光谱色散平场输出；
4. 激光功率控制：多级激光功率衰减片；
5. 探测器：研究级大芯片尺寸空冷 CCD。



正置金相光学显微镜 (Metallographic optical microscope)

仪器简介

莱卡研究级正置透反金相显微镜，其设计符合人体工程学设计原理，操作简单，检测快捷高效。光学设计上采用先进的 HCS 无限远轴向、径向双重色差校正光学技术，彻底消除杂散光等干扰因素，整个光学系统内，对涉及成像质量的所有组件进行最优化组合，实现图像分辨率和反差的最优化，得到锐利图像的同时追求最高分辨率。

仪器主要特点及技术指标

1. 最高放大倍数为 1000 倍；
2. 5x, 10x, 20x, 50x, 100x 物镜；
3. 采用高亮度长寿命 LED 冷光源照明；
4. 可进行图像采集以及图像分析，如长度、面积的测定及颗粒统计等。



矢量网络分析仪 (Vector Network Analyzer)

仪器简介

网络分析仪里面有信号源，信号源可以进行扫频，是一个正弦波。在环路增益，相移和传输特性测量中，分析仪通过输出端口将小信号注入到电路中，测试电路应正常工作，通过输入端将信号返回到分析仪里，通过对比信号的幅值和相位，得到环路增益和相移，传输特性。

仪器主要特点及技术指标

1. 最大频率 20G；接收机带宽：1Hz-15MHz；
2. 动态范围：133dB；频率分辨率：1 Hz；功率分辨率：0.01dB；
3. 输出功率：13dBm；扫描速度：6ms (201 个点)；
4. 测试功能：测试微波器件或者电路的参数工作频率：300kHz-20GHz。



傅里叶变换红外光谱仪 (fourier transform infrared spectrometer)

仪器简介

傅里叶变换红外光谱仪主要由迈克尔逊干涉仪和计算机组成。迈克尔逊干涉仪的主要功能是使光源发出的光分为两束后形成一定的光程差，再使之复合以产生干涉，所得到的干涉图函数包含了光源的全部频率 和强度信息。用计算机将干涉图函数进行傅里叶变换，就可计算出原来光源的强度按频率的分布。

仪器主要特点及技术指标

1. 光谱范围：7,800-350cm⁻¹，可扩展到 11000-375cm⁻¹；
2. 光谱分辨率：优于 0.4cm⁻¹。波数精度：优于 0.005cm⁻¹；
3. 检测器：高性能 DTGS 检测器，仪器可自动识别，自动参数设置，对针定位，方便拆装。优于 24 位 500KHz 高精度 A/D 转换器，确保光谱数据快速精确采集；
4. ASTM 线性度：在 4cm⁻¹ 光谱分辨率下对 0.0%T 的偏离小于 0.1%T。



SFG 表面和频光谱分析（DOUBLE RESONANCE SUM FREQUENCY GENERATION SPECTROMETER）

仪器简介

SFG 表面和频光谱分析是观测两束激光在和物质相互作用时产生的和频信号的一种光谱学测量技术。SFG 信号具有表面选择性，即只有在界面那一层的原子或分子对和频信号有贡献，而表面之外的分子或原子对和频信号无贡献。SFG 是一种无损检测，适用于所有可通光的界面检测，具有高的光谱及空间分辨率。

仪器主要特点及技术指标

1. 三稳：能量稳定，脉宽稳定，峰值功率稳定；
2. PL 系列激光器的突出特点还有皮秒脉冲的对比度（Contrast ratio）可达 200：1，还给出了偏振度等指标；
3. PL 系列激光器采用目前世界上最先进的全固态饱和吸收体锁模技术，基本上可以做到免调试运转。



热重分析仪（Thermal Gravimetric Analyzer）

仪器简介

一种利用热重法检测物质温度 - 质量变化关系的仪器。热重法是在程序控温下，测量物质的质量随温度（或时间）的变化关系。当被测物质在加热过程中有升华、汽化、分解出气体或失去结晶水时，被测的物质质量就会发生变化。这时热重曲线就不是直线而是有所下降。通过分析热重曲线，就可以知道被测物质在多少度时产生变化，并且根据失重量，可以计算失去了多少物质，（如 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 中的结晶水）。

仪器主要特点及技术指标

1. 热重法的重要特点是定量性强，能准确地测量物质的质量变化及变化的速率；
2. 可以说只要物质受热时发生重量的变化，就可以用热重法来研究其变化过程。



场发射扫描电子显微镜（Field Emission Scanning Electron Microscope）

仪器简介

ZEISS Gemini 500 扫描电子显微镜是一台全功能的场发射扫描电子显微镜（FE-SEM），可以高分辨率、高衬度和高信噪比使用二次电子和背散射电子进行 In-lens 检测，即使要求苛刻的非导电样品也能获得清晰的图像，可对多种样品进行衬度和低电压成像。同时装有布鲁克 X 射线能谱仪，可广泛应用于微区形貌和成分分析。

仪器主要特点及技术指标

1. 分辨率： $\leq 0.6 \text{ nm}@15\text{KV}$ （二次电子）；
2. 放大倍率：20~2,000,000 倍；
3. 电子枪：肖特基热场发射电子枪；
4. 加速电压或着陆电压范围：0.02kV ~ 30kV；
5. 探针电流：最大电流 $\leq 100\text{nA}$ ；
6. 可容纳最大样品尺寸 $\geq 200\text{mm}$ ，最大样品高度 $\geq 60\text{mm}$ 。



钨灯丝台式扫描电镜（Tungsten Filament Bench SEM）

仪器简介

ZEM15 台式扫描电镜速度快，信号采集带宽 10 M，可以在视频模式下流畅实时地显示样品。鼠标完成所有操作，不需对中光阑等步骤，聚焦消像散后可直接拍照。主机集成高压及控制系统，体积小巧，便于移动，安装无需特殊环境，市电 220 V，50 HZ 电源供电。

仪器主要特点及技术指标

1. 环境要求：单相交流 220 V，50 Hz，1 KW；
2. 加速电压：3 KV~15 KV 连续可调；
3. 电子枪：预对中钨灯丝，一体式聚光镜，无需手动调节物镜光阑；
4. 放大倍数：150000 倍。



多元微合金化新型镁合金的研发、制备与应用

成果简介

低成本高强韧镁合金及其高效制备技术是镁合金规模化应用的关键。材料科学与工程学部轻质高强金属材料创新团队提出了多元微合金化新型镁合金设计技术，发明了脉冲磁场均质细晶洁净半连续铸锭铸造技术和低温、低残余应力快速挤压技术，实现了新型高性能镁合金设计、制备和应用。设计和制备了 20 余种多元微合金化新型高性能镁合金，其中 14 种合金已获批国家发明专利，2 种合金分别列入国家标准 (GB/T19078-2016) 和国际标准 (ISO3116:2019)。

核心技术及指标

研发的低成本多元微合金化铸造镁合金 ZA81M 抗拉强度、屈服强度和伸长率分别达到 328MPa、228MPa 和 16%，疲劳强度达到 90MPa(50000000 周次)。多元微合金化变形镁合金 ZAT641M 挤压型材抗拉强度、屈服强度和伸长率分别达到 403MPa、347MPa 和 13%。



镁合金车架



镁合金铸件

产业上下游情况介绍，项目效益分析

研发的高性能镁合金及其制备技术已在国内多个镁合金企业应用，用于镁合金轻量化电动客车车身骨架、汽车前端部件和防撞梁、汽车和共享单车轮毂、雷达天线等新型镁合金产品和零部件的生产以及高性能新型镁合金生产，轻量化和节能减排效果显著，促进了我国镁合金及产业的发展。成果应用为企业新增销售收入 5.45 亿元，新增经济效益 5464 万元。

知识产权情况

14 种合金已获批国家发明专利，2 种合金分别列入国家标准 (GB/T19078-2016) 和国际标准 (ISO3116:2019)。

成果负责人	周吉学	职称 / 职务	研究员 / 常务副院长	手机	15154125842
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

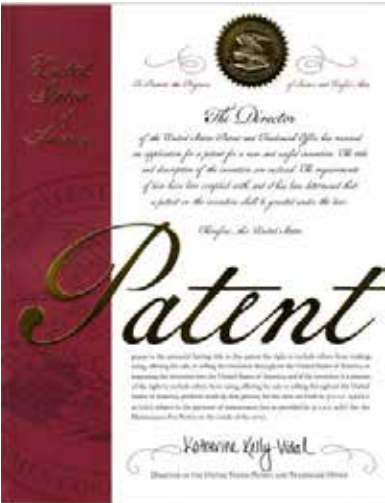
可溶镁合金材料开发及应用

成果简介

可溶镁合金材料开发及应用，显著降低了页岩油气开采成本。2007 年，美国发起的页岩油气革命改变了能源结构组成，缓解了传统油气资源面临枯竭的局面。美国凭借系列先进可溶材料及分段压裂技术的应用，大幅提高了页岩油气产量，并从能源进口国转变为输出国。中国的页岩气和页岩油储量居世界前列，发展前景广阔。受限于国外技术及知识产权垄断，我国能源结构调整和镁行业发展步伐相对较慢近年来，国家陆续出台了多项政策文件促进和推动相关行业的发展，材料科学与工程学部轻质高强金属材料创新团队开展了 Cu、Ni、Fe 等元素对可溶镁合金材料组织和性能的影响研究，形成了抗拉强度 250-490MPa、延伸率 10-20%，溶解速率 30-90mg/hr/cm² 等多种可溶镁合金材料和相关制备技术。



可溶镁合金



核心技术及指标

研究成果包括抗拉强度 250-490MPa、延伸率 10-20%，溶解速率 30-90mg/hr/cm² 等多种可溶镁合金材料和相关制备技术。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该成果实现专利转让转化 30 万元，部分技术在企业已获得经济效益 200 余万元。该技术在页岩油气开采领域具有广阔的应用前景，有望带来更大的经济效益和社会效益。

知识产权情况

研究团队已获得国家发明专利 4 项，美国发明专利 1 项。

成果负责人	周吉学	职称 / 职务	研究员 / 常务副院长	手机	15154125842
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

高性能纳米气凝胶隔热保温系列产品

成果简介

气凝胶超级绝热材料是由纳米颗粒组成的三维网络结构材料，多项性能保持世界纪录，具有低密度（1 ~ 3 Kg/m³）、高孔隙率（80% ~ 90%）、纳米级材料（颗粒 3 ~ 5nm、孔 20 ~ 50nm）、高比表面积（1000m²/g）、低导热系数（0.014 W/ m·K）、高吸附性能、超疏水性、防火性能优越（A1 级）、透明、隔音等特性，兼具无机保温材料的防火耐温性和有机保温材料的高隔热性能，是高温石化保温、军工装备安全和新能源汽车电池防火中无可替代的产品。本成果具体内容为气凝胶系列化绝热产品的生产、加工与技术服务，产品包括气凝胶隔热毡、气凝胶涂料、气凝胶粉体以及定制化气凝胶异形件等。

核心技术及指标

本成果包含了多组分（SiO₂、Al₂O₃、ZrO₂、SiC 等）和不同形态（颗粒、卷毡、板材、薄片、异形件、涂料等）的气凝胶系列化产品，导热系数低至 0.018 W/(m·K)，应用温度也覆盖了 -270℃至 1500℃的保冷、保温和耐高温隔热等不同区间段。



图 1、气凝胶颗粒和气凝胶纤维毡产品



图 2、气凝胶纤维毡耐烧蚀实验（1200℃）

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目所处行业属于新能源新材料行业。受益于国家政策对节能环保的大力支持及城镇化程度的不断加深，气凝胶产品作为一种优异的节能环保产品，迎来了良好的发展机遇。SiO₂ 气凝胶超级绝热材料在国内外已经产业化并开始在军民众多领域应用，技术逐步成熟，符合我国绿色、节能、高效、高质量发展社会需求，市场前景非常广阔。

项目产品针对传统隔热材料耐温不足、防火性能差的问题进行的技术开发与工艺改进，源于工业生产，与实际生产契合度高。且目前气凝胶市场鱼龙混杂，有大量厂商使用气相二氧化硅以次充好，也有部分厂家为了压低成本使用常压干燥。本项目产品严格按照标准生产流程及最高规格工艺，产品性能已经达到国内领先、国际持平的水平，具有较高的推广价值。

知识产权情况

成果包含发明专利 20 余项，其中三项已完成落地转化，转化金额 4750 万元。

成果负责人	伊希斌	职称 / 职务	主任 / 研究员	手机	18678809109
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

熔体提拉法生长钽铌酸钾系列晶体

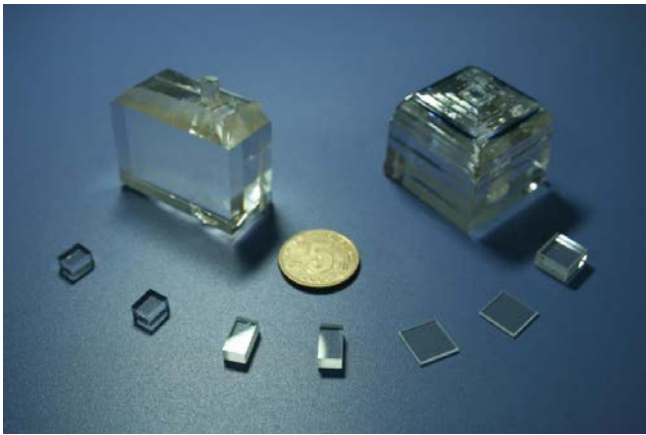
成果简介

钽铌酸钾晶体是一种性能优良的多功能非线性光学晶体，具有显著的电光效应和光折变效应，在非线性光学和激光技术如高速光快门、Q 开关、光强度调制器、光位相调制器、光束偏转器、激光锁模以及光存储、光通讯、光电子等领域都有广泛应用。本团队研发出了电光材料钽铌酸钾晶体的熔体提拉法生长工艺以及利用大坩埚长小晶体技术、连续加料技术和后处理技术，解决了晶体生长过程中的生长条纹问题，并通过掺杂和调节晶体组分来改变晶体的晶相、居里点及光学性能，实现了针对具体应用的产品定制，拟取代目前广泛使用的铌酸锂等电光晶体材料。

核心技术及指标

可制备四方或立方相 KTN 晶体，既可用于压电行业，又可利用其电光性能开发光电功能器件；晶体具有目前已知的最大二次电光系数，并具有高介电常数；晶体组分可调，可针对应用需求调节物理性能指标。晶体生长重复性可达 75% 以上，晶体尺寸可满足光学应用需求，相关光电功能器件的研发近几年引起广泛关注，国内外需求量逐年提升。

技术指标：晶体尺寸达到一英寸以上，质量符合光学级应用要求，使用方向上组分波动小于 10⁻⁵/mm；晶体的电光系数达到 10⁻¹⁵m²/V²。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

钽铌酸钾晶体的电光系数是目前常用的铌酸锂晶体的 100 倍以上，有望取代该晶体在光通讯领域获得广泛应用，其优异的二次电光性能还可用于制作光调制和光偏转器件，驱动电压、器件尺寸和响应速度较传统器件提高 1~2 个数量级，在医疗成像、相控雷达和激光加工等领域有良好应用前景。日本 NTT 公司已利用该晶体开发出商业化的扫描器和扫频光源等器件，该公司预测未来该晶体及器件的市场需求达到近千亿美元。

知识产权情况

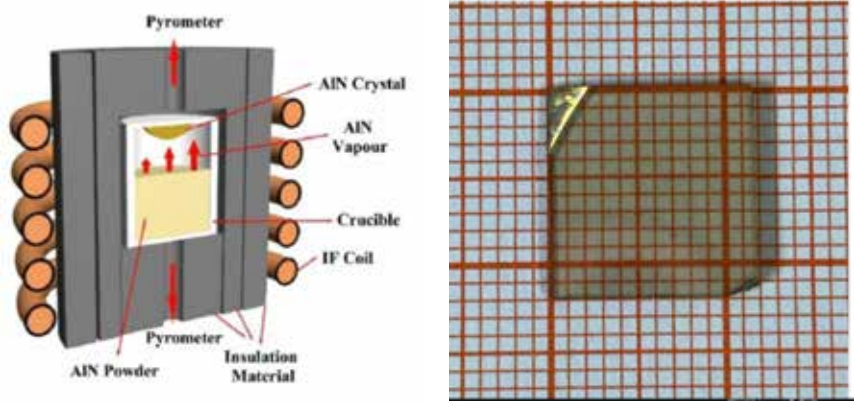
成果目前包含 6 项授权发明专利、2 项实用新型专利。

成果负责人	王旭平	职称 / 职务	研究员 / 主任	手机	13869141848
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

氮化铝单晶衬底技术

成果简介

宽禁带半导体氮化铝 (AlN) 及其合金的带隙覆盖了 200-365 nm 的紫外光谱, 氮化铝及其合金是制备紫外光电子器件和大功率电力电子器件的理想材料, 应用前景广阔。自然界中不存在天然的 AlN 晶体, 由于 AlN 具有键能大、原子扩散势垒高、位错形成能低等特点, 目前高质量、大尺寸的 AlN 单晶制备仍然是一个挑战, 这使其应用开发受到受限。本项目解决了物理气相传输法生长高质量 AlN 单晶中的关键科学问题, 掌握了生长温度、气体压力和温度场分布等工艺参数对 AlN 晶体生长速度和生长质量的影响规律, 实现了高质量 AlN 晶体的稳定生长, 形成可靠的 AlN 晶片加工工艺。本项目的深入研发和推广将会推动超短波长光电器件和功率器件的快速发展。



核心技术及指标

齐鲁工业大学团队自 2016 年起开始采用物理气相传输法 (PVT) 方法进行 AlN 单晶的生长研究, 在晶体生长装备、数值模拟、单晶生长、晶体加工等方面积累了丰富的经验; 前期研究中获得了 2 英寸 20 毫米厚晶锭, 经过切割、研磨、抛光后获得尺寸为 12×12 毫米, 厚度为 600 微米的 AlN 晶片, AlN 晶体具有较高的晶体质量; 在 Cryst. Growth Des., CrystEngComm, J. Alloys Compd. 等期刊上发表 AlN 晶体相关论文 6 篇, 获授权 AlN 单晶相关的国家发明专利 1 项, 为 AlN 单晶衬底的进一步深入研发和推广打下了良好的基础。

产业上下游情况介绍, 项目效益分析

氮化铝单晶衬底属于产业链的上游, 半导体产业链大致分为外延设备、衬底制备、外延生长、芯片制备、芯片封装、应用产品这六个部分。生产衬底需要单晶生长炉、切磨抛等加工设备以及晶体质量检测设备, 耗材为高纯氮化铝粉、氧化锆保温材料、石墨保温、石英部件、钨坩埚、钽坩埚、惰性气体、研磨抛光料、切割线材等。市场对 AlN 的期待更多的是基于对波长更短的深紫外光电器件 (发光二极管、激光二极管、探测器) 的需求日益增加。AlN 具有高达 6.2 eV 的直接带隙, 并且击穿电场高、热导率高、电子饱和速度高、表面声速大、抗腐蚀能力强、机械硬度大, 优异的物理化学性质使得 AlN 在制备高温、高频、高功率器件方面有广阔的应用前景。AlN 具有报道的最大表面声速, 同时本身击穿场强高, 高温稳定性好, 非常适合制作表面声波器件、高频谐振器和生物传感器。

建设 20 台单晶生长中试线, 包括生产厂房及相关配套设施预计需投资 4500 万元。中试后可根据市场将建成年产万片以上 AlN 单晶衬底产线, 量产后 2 英寸 AlN 单晶衬底价格预计在 1.5-2.5 万元 / 片, 成本 0.3-0.5 万元 / 片, 盈利水平教高。(每台设备可年产 300 片, 100 台设备产能 3 万片, 每年净利润可超 3 亿元。)

知识产权情况

相关成果在 Cryst. Growth Des., CrystEngComm, J. Alloys Compd. 等期刊上发表 AlN 晶体相关论文 6 篇, 获授权 AlN 单晶相关的国家发明专利 1 项 (一种用于制备氮化铝预制料的坩埚装置, ZL202210257438.2)。

成果负责人	郝霄鹏	职称 / 职务	教授 / 材料学部主任	手机	13793183582
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

用于钠电池的高电导率 NASICON 型固态电解质

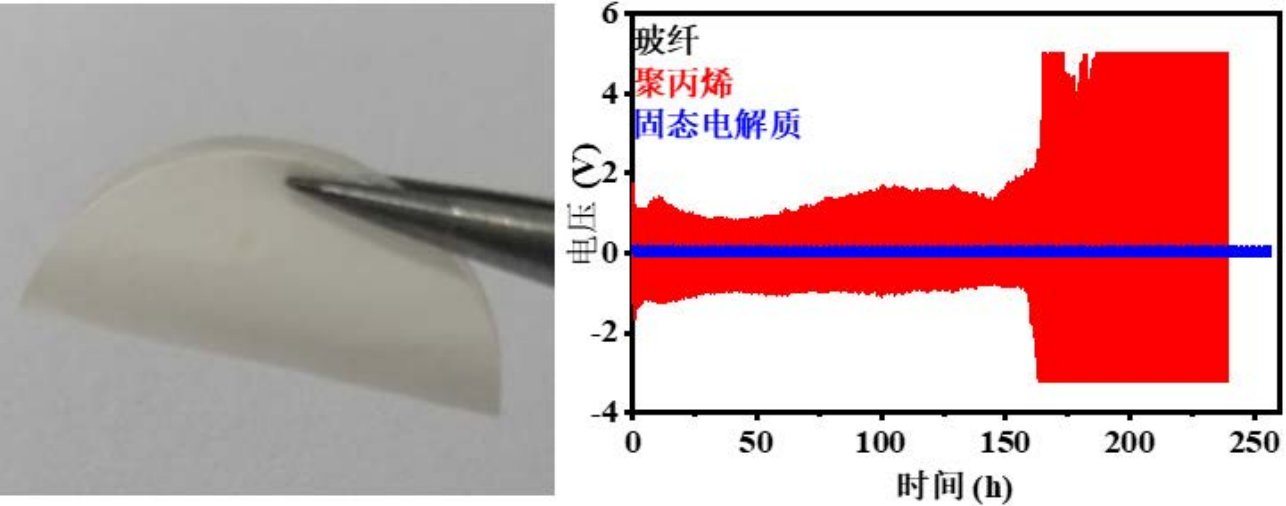
成果简介

以廉价的金属氧化物作为助熔剂和掺杂剂对 NASICON 钠离子导体进行改性, 抑制钠离子绝缘杂相的形成同时改善了钠离子传输通道, 使得 NASICON 固态电解质的钠离子电导率从 0.048 mS cm⁻¹ 提高到 0.32 mS cm⁻¹。进一步利用金属有机骨架和钠离子导体聚合物对 NASICON 固态电解质颗粒间界面改性, 将钠离子电导率从 0.32 mS cm⁻¹ 提高到 2.2 mS cm⁻¹, 满足电导率要求; 电解质电压窗口为 6.5 V, 满足实用化需求; 在对称电池中循环 1800 次以上无性能衰退, 满足稳定性需求; 所用原料均为常规原料, 易产业化, 成本低。

核心技术及指标

核心技术: NASICON 固态电解质的钠离子传输通道改善技术和 NASICON 颗粒间界面改性技术。

指标: 钠离子电导率 2.2 mS cm⁻¹, 电压窗口 6.5 V。



产业上下游情况介绍, 项目效益分析

上游: 成本较低的钠源、磷源、锆源、硅源和聚合物等原材料。

下游: 对电池安全性能要求较高的智能电网储能电站和大型商场备用电源。

效益分析: 为高安全性和高电压的固态钠电池的装配提供了一种廉价、易于生产的固态电解质材料, 推动固态钠电池的实用化进程, 有助于电化学储能装置安全性能的提高和社会经济的快速发展。

知识产权情况

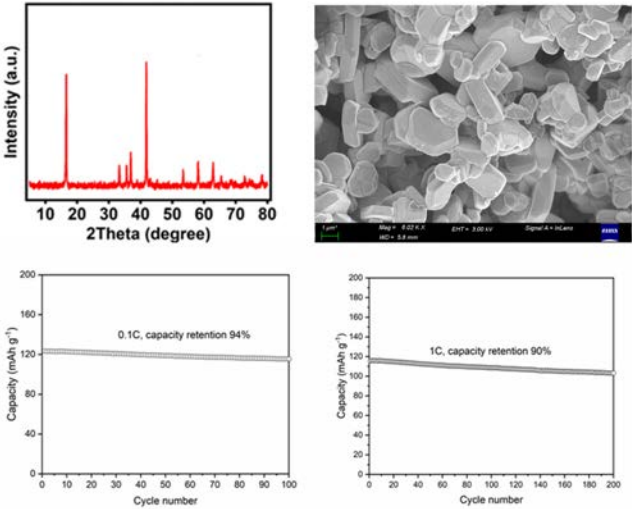
- 一种通过 Zn 掺杂提高 Na₃Zr₂-xZnxSi₂PO₁₂ 晶相纯度及其钠离子电导率的方法, ZL202311105266.8
- 一种基于金属有机骨架桥连的 Na₃Zr₂Si₂PO₁₂ 基固态电解质及制备方法, ZL202311105363.7

成果负责人	郝霄鹏	职称 / 职务	教授 / 材料学部主任	手机	13793183582
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

钠离子电池正极材料单晶层状氧化物

成果简介

在钠离子全电池应用中，具有足够 Na 的 O₃ 型层状氧化物正极材料因其高工作电压、高可逆容量、长使用寿命、低生产成本和实用性而被认为是最有前途的正极候选者。然而，其缓慢的 Na 动力学、复杂的相演化过程、循环过程中容易形成微裂纹和表面重构以及空气敏感性是限制其大规模应用的主要因素。本团队采用优化的固相烧结工艺结合多离子掺杂技术，所研发的 O₃ 型单晶层状氧化物，结晶性较高，尺寸较大（2-10 μm），具有较好的结构稳定性和耐高温性能。该成果解决了充放电循环中层状氧化物晶粒易开裂、破碎导致循环寿命短的问题，实现了可逆放电容量和循环寿命的大幅提高。产品用于钠离子电池生产，可为国内外企业提供新能源电池原料高性能、低成本的差异化解决方案，助力我国新能源产业链自主可控和稳定发展，为我国的钠离子电池在新能源汽车、下一代储能系统等相关行业的发展提供更好的选择与服务。



核心技术及指标

本团队所研制的单晶层状氧化物粒径 2-10 μm 可调，克容量位于 110-150 mAh g⁻¹ 区间，首次充放电效率 93% 以上，平均放电电压约 3.0 V，循环 500 次容量保持率 80% 以上，能量密度大于 400 Wh Kg⁻¹。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

钠离子电池产业链与锂离子电池类似，主要包括上游的原材料、中游的电芯及电池以及下游的应用，其主要差异表现在上游正、负极材料以及中游电池厂的技术能力。钠离子电池产业链变化最大的为上游原材料端。目前钠电池产业链进展迅速，上游原材料已实现量产，各材料研发不断进步，成本不断降低。钠离子电池可以兼容现有的锂电产线，锂离子电池厂商能够容易转到钠离子电池生产，钠离子电池市场规模将会不断壮大。钠离子电池主要应用于对能量密度要求低、对成本及安全性较为敏感的场景。两轮车、A00 级车整体造价低，电池成本占比高，对电池成本敏感，或将率先迎来钠离子电池装机；电网储能多安装于空旷场地，对能量密度要求低，且由于大量电池串并联，对电池单体安全性极为敏感，另需低电池成本以提升电站经济性，对电池的要求与钠电池特点极为贴切，将成为钠离子电池重要应用场景。目前产业链的上下游企业均在努力争取实现钠离子电池的量产。

业内人士认为，随着电动汽车和储能市场的快速发展，钠离子电池有望成为未来 10 年内成长性最高的新兴产业之一。高工产业研究院预测，到 2025 年，钠离子电池出货量将超过 50 GWh，到 2030 年将超过 1000 GWh。1 Gwh 钠电池对应正极材料需求约为 2340 吨，2025/2030 年全球钠电池正极材料市场规模分别为 11.7 万吨和 234 万吨。未来几年，钠离子电池的年复合增长率将超过 82.6%，市场需求前景广阔。本项目具有极高的投资价值，能带来巨大的经济效益和社会效益。

知识产权情况

1. 一种 ZrO₂ 表面包覆、Zr⁴⁺ 掺杂的层状氧化物 Na_xTMO₂ 及其制备方法及应用
2. 一种 Zn 掺杂的钠离子层状氧化物及其制备方法和应用

成果负责人	郝霄鹏	职称 / 职务	教授 / 材料学部主任	手机	13793183582
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

高效低阻新型纳米纤维过滤材料制备技术开发及其应用示范

成果简介

传统空气过滤材料有颗粒类过滤材料和多孔性膜过滤材料，他们都对 PM_{2.5} 的以下微细颗粒物滤除效率较低。目前，最常用的高效空气过滤材料是纤维类过滤材料，降低过滤材料中纤维直径是提高滤料捕集效率，尤其是提升过滤 PM 微细颗粒物效率的关键。纤维材料吸附颗粒物的主要方式又分为静电吸附和物理吸附。熔喷驻极非织造纤维材料主要通过静电作用吸附 PM 颗粒，但由于其电荷衰减吸附稳定性较差。另一大类的超细玻璃纤维材料则通过纤维层层堆积，及其较细纤维直径造就的多孔结构使其具有较高的物理过滤 PM 颗粒效率，然而其力学性能较差，容易碎裂及弯折剥落从而对实际应用中造成二次污染。

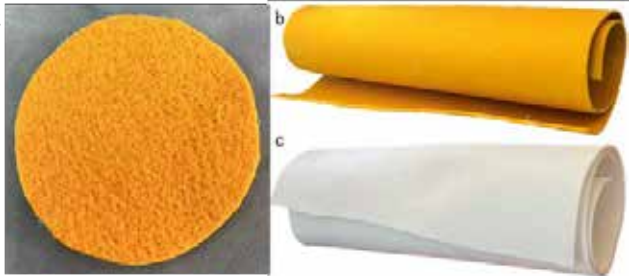


图 1、聚酰亚胺纳米纤维滤毡和 PPS 纳米纤维滤毡

核心技术及指标

1. 采用静电纺丝技术制备了高效低阻纳米纤维空气膜，膜具有三维立体网状结构且内部存在大量互通的孔隙。
2. 建立多孔结构纤维材料的三维结构模型，并分析其过滤微细颗粒物的性能和过程，为多级结构微纳米纤维空气过滤材料的结构优化和数值化模拟提供理论基础。
3. 性能指标：纤维直径达到 100-200 nm 之间，1 m/min 的风速下，阻力为 38.2 Pa，对 PM_{2.5} 的过滤效率可以达到 99.998% 以上，容尘量为 255.8 g/m²。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

新型纳米纤维过滤材料的开发，按目前超低排放要求从 30 mg/Nm³ 提升至 5 mg/Nm³ 计，过滤效率 99.9981%，每年可新增回收 1.313 万吨粉尘，极大改善工业大气污染物排放情况，提升空气质量。

知识产权情况

1. 高效耐高温聚酰亚胺 /ZIF-8 复合纳米纤维空气滤膜制备方法，ZL 2021 1 0438181.6（发明专利）
2. 一种高透抗菌聚酰亚胺壳聚糖复合纳米纤维空气过滤膜的制备方法及其产品和应用，ZL 2021 1 1092015.1（发明专利）
3. 可拆卸式汽车尾气过滤器，ZL 2020 2 2482389.1（实用新型专利）
4. Electrospinning Nanofiber AI Control System 静电纺丝纳米纤维智能控制系统 [简称：EPNF AICS] V1.0，山东省科学院新材料研究所，软著登字第 7989248 号，2021SR1266622（软著）

成果负责人	张兴双	职称 / 职务	助理研究员 / 科研骨干	手机	13793183582
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

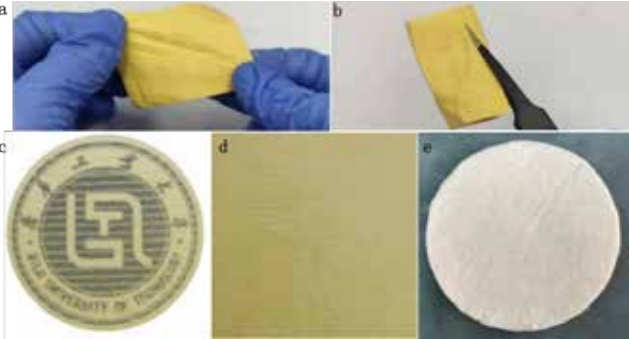


图 2、PI 纳米纤维滤膜、超薄 PI 纳米纤维滤膜窗纱、PI- 玻纤滤纸和 PAN/PE- 玻纤滤料

固废材料资源化利用技术

成果简介

针对工业固废资源化利用技术难题，重点研究工业固废禀赋特性及“组分－物相－结构－性能”协同优化体系，突破分级预处理、物相高温重构、界面优化等关键技术，获得瓷化骨料、脱硝催化剂、胶凝材料、人造彩砂等高值矿物材料，该技术达到国内先进水平。工业固废减量化、资源化利用技术等 10 余项专利实施了成果转化，经济效益显著，为循环经济发展和双碳目标的实现做出了重要贡献。

核心技术及指标

1. 矿渣基晶瓷材料制备技术以各种矿渣类固废为主要原料添加部分一般固废，经配料、熔融、压延成型、晶化、退火等工序制成的晶体排列规整、质地坚硬、具有优异的抗压、抗折、抗冲击性能，且耐磨、抗腐蚀的新型高值晶瓷材料，可广泛应用于电力、钢铁、煤炭、焦化、建筑行业。
2. 瓷化骨料技术以一般工业固废、危险废物为原料，将多源固废经配伍、造粒后，在回转窑内以 1200 °C 左右高温烧结制得瓷化骨料，产品相较于普通陶粒瓷化程度和硬度更高，可广泛用于路基材料、砌块、商砼、装配式建筑等用途的建材产品。
3. 针对污泥处理存在的高成本、高能耗问题，研发了污泥低成本压滤脱水核心技术，并开发了相应关键装备，完善了污泥干化成套技术与工艺，使污泥脱水达 50% 以下。该技术在山东、江苏、辽宁等地进行了产业化应用，并以 500 万知识产权作价入股的方式进行了科技成果转化。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

工业固废减量化、资源化利用技术等 10 余项专利以 926 万元作价入股实施了实施了成果转化，瓷化骨料产品、晶瓷材料产品年利润可达上千万，经济效益显著，为循环经济发展和双碳目标的实现做出了重要贡献。

知识产权情况

本团队科技成果转化项目 20 余项，牵头发布山东省地方标准 2 项，主编著作 2 部，参编著作 3 部。在 Chemical Engineering Journal、Waste Management 等学术期刊发表论文 50 余篇；研发的污泥低成本高效脱水技术、固废瓷化骨料处置技术等成果获得山东省科技进步奖二等奖、山东省高等学校科学技术奖一等奖等省市级科技奖励 7 项；获授权专利 30 余项，其中 5 项专利以 429 万元作价入股的方式成立了“山东山科生态环境研究院有限公司”。

成果负责人	朱英	职称 / 职务	研究员	手机	13969027728
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

成果应用实例



固废基胶凝材料



瓷化骨料



人造彩砂



晶瓷材料



矿山填充材料

瓷铝复合太阳能集热系统研发与应用

成果简介

针对目前国内外传统太阳能集热系统存在的真空玻璃管真空度逐年下降、金属管板材料不耐腐蚀、阳光吸热涂层逐年老化、使用寿命比较短等技术难题，该项目创新性地改变了集热板的生产工艺、吸热涂层的制备技术以及集热系统的构建方式，提升了集热系统的综合性能。采用型材挤出机将耐蚀铝合金棒材挤制成管板一体结构的集热板芯，解决了金属板材不耐腐蚀的瓶颈难题；采用静电喷涂、高温固化等工艺生成了一种纳米结构吸热涂层，解决了传统吸热涂层与基体板易脱落失效的缺点；通过与房顶共用结构层、保温层和防水层，将太阳能集热系统作为建筑房顶的一部分，与建筑实现一体化。



核心技术及指标

1. 采用静电喷涂和高温固化工艺制备新型高效纳米结构吸热涂层，涂层结合力强，太阳吸收比高达 0.96；
2. 采用型材挤出机将耐蚀铝合金棒材挤制成管板一体结构的集热板芯，经 200h 加速耐盐雾侵蚀试验合格，使用寿命不低于 15 年；
3. 通过与房顶共用结构层、保温层和防水层，与建筑真正实现一体化，制造成本比传统太阳能低约 9%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本项目从集热板芯的生产工艺、吸热涂层的制备技术、集热系统的设计结构和集热系统的集热性能等方面进行了研究，形成了瓷铝复合太阳能集热系统完备的生产应用推广技术。整个研究系统全面，符合用户和社会需求，在全国规模化推广后，能改进太阳能产业的生产模式和产品结构。由于其成本低、寿命长和效率高的特点，可用于建造大面积太阳能集热系统，节约大量常规能源，满足当前太阳能产业发展的需要，具有良好的经济效益和社会效益，推广利用前景广阔。

知识产权情况

该项目属于原创性技术，拥有全部自主知识产权，形成了 6 项专利保护的专利池，包括 3 项发明专利和 3 项实用新型专利。该项目技术目前已中试成功应用于工程案例中，取得优良的用户体验效果，为我国新能源改革提供了新的道路和方法，对推动我国新旧动能转换意义重大。

成果负责人	修大鹏	职称 / 职务	科研科科长	手机	18764020258
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

木质纤维生物基材料 在高性能水系锌离子电池中的应用

成果简介

在全球气候变化和传统能源存量告急的严峻背景下，储能系统的开发与利用成为了绿色能源革新的重要抓手。锂离子电池（LIBs）在当前正负极材料及体系下，能量密度和循环寿命难以突破，同时受到安全性和环境污染等问题的限制。这些问题严重的影响了水系锌离子电池的循环稳定性，并极大地制约了水系锌离子电池在储能器件的实际应用。为了改善以上问题，我们基于天然木质纤维生物基材料，通过固态电解质结构设计和电解液调控等策略对 AZIBs 锌金属负极进行改性优化，以抑制其表面锌枝晶和副反应的发生，从而大幅提高了 AZIBs 的稳定性和可逆性。

核心技术及指标

1. 团队所制备固态电解质膜在世界范围内首次实现了高柔性、高机械性能、高生物相容性的完美结合，同时保持了 AZIBs 优异的电化学性能。该技术为未来的自供电瞬态电子设备或传统的自供电植入式医疗设备提供了新的机会，借助无线充电技术在未来医学研究和临床治疗中发挥重要作用。
2. 采用 MD/ZnSO₄ 电解液的的 Zn||Zn 对称电池在 1mA/cm² 电流密度下下实现了长达 5430 小时的超长稳定循环，平均库伦效率为 99.78%。采用 Et/ZnSO₄ 电解液的 Cu||Zn 半电池在 1mA/cm² 下成功沉积 / 剥离了 1500 次，实现了 99.77% 的高库伦效率，Zn||Zn 对称电池也实现了超长的循环寿命，在 1mA/cm² 下稳定循环了超过 3900 小时。

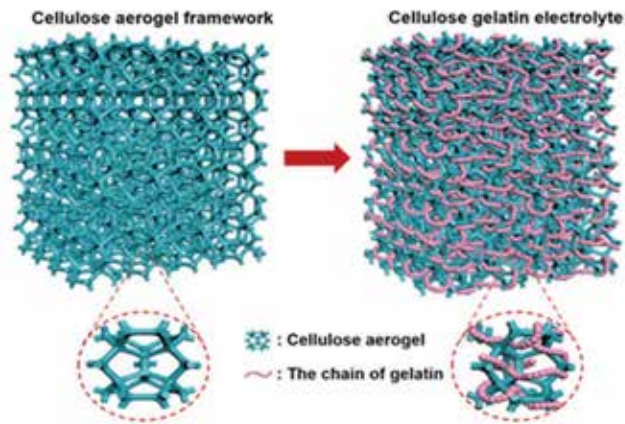


图 1、纤维素气凝胶-明胶固态电解质结构示意图

产业上下游情况介绍，项目效益分析

现阶段的研究大多停留在实验室研发阶段，所采用制备工艺复杂、成本高，无法满足实用化规模化储能需求，有必要继续探索实用化水系锌离子电池的关键技术。除此之外，充分利用 AZIBs 器件生物相容性好、安全性高和环境友好的特点，开发高生物相容乃至可生物降解 / 可植入 AZIBs 系统，并探索其在植入式医疗电子器件、瞬态电子技术、军事安全等领域的应用同样具有重要意义。

知识产权情况

团队针对 AZIBs 锌金属负极稳定性差的困境，基于天然木质纤维生物基材料，开发了一系列提升 AZIBs 稳定性与可逆性的策略，形成了较完善的知识产权体系。相关成果发表在 Advanced Functional Materials、Small Methods、Materials Today Energy 等国际知名学术期刊，申请国家发明专利 8 项，已授权 4 项，申请并授权实用新型专利 2 项。

成果负责人	李勇	职称 / 职务	助理研究员	手机	18518377374
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

双功能光催化静态自清洁涂层关键技术 及产业化应用

成果简介

该项目针对大气 / 水体复合污染等突出环境问题，在完成区域污染源解析和污染模式分析的基础上，通过开展材料设计、污染物吸附-降解机理及催化剂抗失活机制等方面的系统研究，研发了系列新型光催化自清洁涂料，突破了空气净化材料规模化制备及器件模块化设计、组装的共性技术。项目的实施可以实现光催化自清洁涂料在太阳光、日光灯、紫外灯、LED 灯等常规光源光照下高效去除水体或大气中的有害污染物的效果，所用溶剂环保绿色，在基材表面成膜后固化形成高附着力、抗紫外线的双亲性透明涂层。制备条件温和，放大效应影响小，易实现规模化生产；而且所制备涂料安全、无毒、环保，具有良好的作业性，没有挥发性有机物 (VOCs) 排放，不产生固体废弃物。一次喷涂可保持较长时间的自洁常新效果，有利于打造超低能耗建筑、近零能耗建筑、零能耗建筑，减少碳排放，打造高品质绿色建筑。

核心技术及指标

该项目所研发的除醛、除 TVOCs、净霾自清洁水溶胶系列产品可实际应用到建筑内外墙体，赋予内外墙自清洁功能，高效去除臭氧、甲醛和 TVOCs，抑制 PM2.5 的形成；产品具有良好的稳定性，存放时间长达 12 个月不发生聚沉和相变；涂覆后形成无色透明纳米亮光膜或哑光膜；具有优异的净化性能、持续效果可达数十年。产品不含任何有机溶剂和乳化剂，安全、无毒、环保，具有良好的作业性，操作工艺简单，易实现规模化生产。经专业检测机构检测，该系列产品在模拟太阳光照下对 O₃、NO_x、SO_x、甲醛等 24 小时去除率分别为 98.39%、87.05%、98.15%、79.34%；在普通日光灯光照下对 TVOC 24 小时去除率可达 85.4%。该产品具有多污染物协同净化功能，性能远优于现有市场单一净化产品。

该项目产品可直接喷涂于基材表面，形成透明度 99% 的透明涂层，覆盖率高，均匀性好，膜层连续性好，膜层厚度和光泽度均可调控；效率高，品质稳定，适合大批量喷涂。与传统技术相比，该技术具有广阔的应用领域和市场前景。

测试结果

样品状态：完好

样品来源：委托人送样

样品编号	测试项目	测试结果	单位	测试方法/仪器	备注
水溶胶 1	甲醛去除率	79.34	%	QB/T 2761-2006	空白舱 9.97mg/m ³ , 去除后 2.06mg/m ³
	臭氧去除率	98.39	%	QB/T 2761-2006	空白舱 9.97mg/m ³ , 去除后 0.16mg/m ³
水溶胶 2	氮氧化物去除率	87.05	%	QB/T 2761-2006	空白舱 200mg/m ³ , 去除后 25.9mg/m ³
	硫氧化物去除率	98.15	%	QB/T 2761-2006	空白舱 9.73mg/m ³ , 去除后 0.18mg/m ³

产业上下游情况介绍，项目效益分析

“双功能光催化静态自清洁涂层关键技术及产业化应用”项目主要针对市内墙面 / 家居涂层以及建筑外立面涂层的光催化自清洁功能开展技术攻关及产业化应用，围绕核心技术“具有双亲性结构的光催化自清洁金属氢氧化物 /TiO2 水溶胶及其制备方法与应用”(ZL202311311463.5)拓展产品类别。

该关键技术成熟，当前已完成百公斤级中试，在齐鲁工业大学（山东省科学院）德州研究院打造了吨级中试生产线。该技术成果不含任何有机溶剂和乳化剂，安全、无毒、环保，具有良好的作业性，操作工艺简单，易实现规模化生产。该产品具有多污染物协同净化功能，性能远优于现有市场单一净化产品。

团队成员积极拓展市场应用领域，已经给相关客户提供中试样品，性能满足客户需求并积极推进产品迭代与布局进程。下一步将在稳定运行的基础上不断优化摸索工艺参数，分析总结提高；争取两年内向下游输出针对印染、造纸、制药等行业污水以及室内外空气污染治理技术服务；向上游输出所研发的水溶胶材料。中长期建设目标旨在在功能性环保水性涂料、光电催化材料的扩展领域取得引领性成果，积极探索光催化净化技术在污水处理领域和大气治理领域的应用，争取成为在上述领域具有优势特色的技术输出机构。

知识产权情况

该项目属于原创性技术，拥有全部自主知识产权，形成了 20 项专利保护的专利池，成果落地后，将产生显著经济效益。在营造绿色低碳环境，节约能耗综合治理，提升现代社会生活品质等方面，都具有积极的现实意义，可助推绿色低碳发展进程。

成果负责人	卢启芳	职称 / 职务	教授	手机	13573149330
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				



宝玉石行业实验室建设、质量提升、关键检测技术开发以及标准化研究

成果简介

目前我国珠宝行业检测实验室面临着巨大的挑战。市场对检测实验室提出了很高要求，比如近几年来，琥珀检测、合成钻石检测、高仿假黄金出现等。珠宝行业重大检测事故也不断出现，实验室运行的科学、高效、安全是所有实验室需要面对的迫切问题。

核心技术及指标

研究成果包括实验室检测线建设、实验室质量手册、运行程序文件，技术文件、关键检测技术开发以及标准化项目研究。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该成果实施，可以保证珠宝玉石行业实验室建设、运行，确保实验室达到监管部门的实验室运行要求，提升实验室的检测和运行能力；解决实验室的关键技术开发，确保实验室可以有效面对复杂的市场环境；标准化研究提升企业在行业中的位置，获得政府和社会资源支持，有效促进了企业的发展。

该项技术已经在企业落地，确保了企业的检测和市场运行，获得了比较好经济效益和社会效益；同时与企业合作制订发布多项标准，有利促进了企业竞争力发展。

知识产权情况

研究团队已制订国际标准一项，国家标准三项，山东省地方标准一项，团体标准七项，企业标准两项。



成果负责人	陈淑祥	职称 / 职务	教授 / 系主任	手机	13706414091
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

硼磷酸盐光转换材料开发及应用

成果简介

本成果主要涉及 Ce、Eu、Dy、Tb、Tm、Mn 等掺杂的硼磷酸盐荧光粉，可作为半导体照明及植物光合作用补光的光转换材料。荧光粉采用高温固相法制备，与其他体系的荧光粉相比，该类荧光粉烧结温度低，可节约能源及制造成本。荧光粉的晶体结构、形貌及发光性能可通过烧结制度和硼磷比例的改变进行有效调控，荧光粉的发光性能还可以通过添加电荷补偿剂、改变掺杂离子的浓度、类型、激发波长及离子之间的能量传递及交叉弛豫进行调整；采用电荷补偿原理，成功实现空气气氛下制备的荧光粉中 Eu3+ 向 Eu2+ 的转化；本成果所涉及的硼磷酸盐荧光粉在半导体照明及植物光合作用补光领域具有良好的应用前景。

核心技术及指标

该类荧光粉烧结温度：900℃ -1200℃，激发波长：350-400 nm，荧光粉粒径：0.5-5μ m，发射光谱在可见光区域可调、可控。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本成果所涉及的硼磷酸盐荧光粉制备原料价格低，荧光粉制备过程简单，烧结温度低，所制得的荧光粉性能稳定。本成果所涉及的硼磷酸盐荧光粉在半导体照明及植物光合作用补光领域具有良好的应用前景和较好的经济效益。

知识产权情况

相关成果已在 SCI 期刊发表论文 8 篇，授权中国发明专利 3 项。

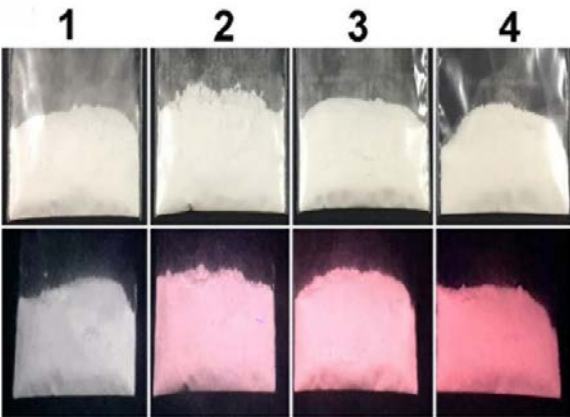


图 1、荧光粉在日光及 365 nm 紫外灯下的照片

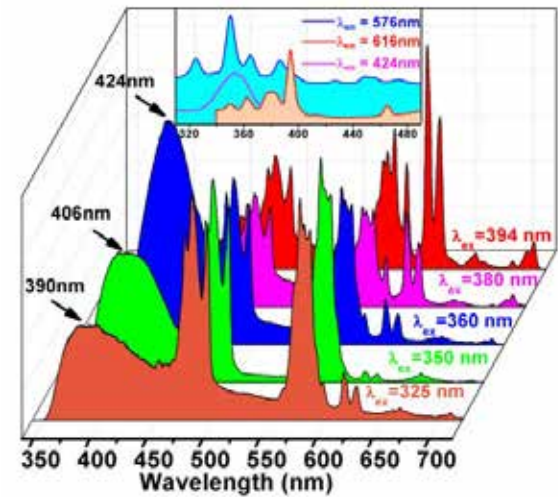


图 2、荧光粉的发射和激发光谱

成果负责人	朱超峰	职称 / 职务	教授	手机	13853198708
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

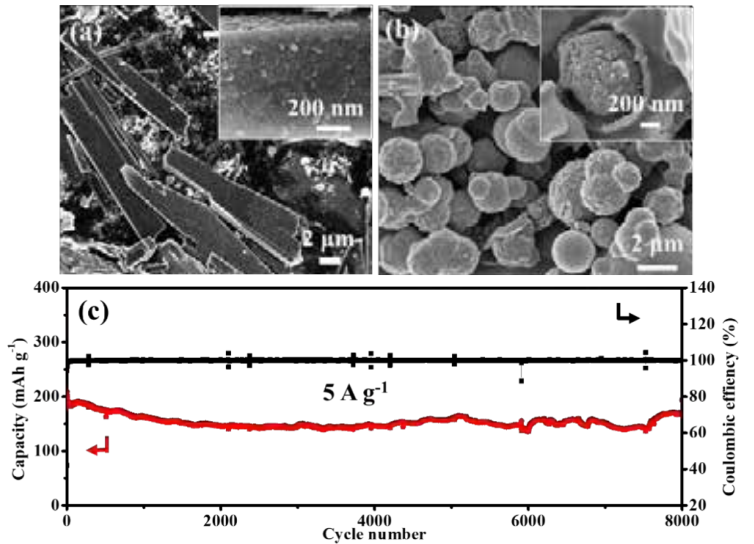
高性能锡基钠离子电池负极材料

成果简介

近年来，全球对锂离子电池需求快速增长，但锂资源丰度低、分布不均。凭着高安全性、良好的快充和低温性能，加上可预期的低成本，钠离子电池步入产业化发展快车道。锡基负极材料具有较高理论容量，约为商业硬碳的 2.3 倍，但在充放电循环过程中，锡基负极材料体积膨胀严重、容易粉碎，严重影响电池的循环稳定性，制约了电池的使用寿命。本团队设计和制备了超结构的 $\text{Sn}_3(\text{PO}_4)_2$ @ 磷掺杂碳和石榴状核壳结构的 SnP_2O_7 @ 磷掺杂碳负极材料，使负极材料在纳米化 / 颗粒完整性之间取得平衡，同时保证良好的离子传输动力学和持久的循环寿命。该成果解决了充放电循环中负极材料粉碎、从集流体脱落导致循环寿命短的问题，实现了可逆放电容量和循环寿命的大幅提高。产品用于钠离子电池生产，可为国内外企业提供新能源电池原料高性能、长寿命的差异化解决方案，支撑新能源汽车和大规模储能电站安全运行，助力我国双碳目标达成。

核心技术及指标

本团队所研制的锡基负极材料克容量位于 350-380 mAh g⁻¹ 区间,循环 8000 次容量保持率 85% 以上。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

我国已形成完整的锂电池产业链，钠离子电池的工作原理与锂电池基本相同，隔膜与锂离子电池通用，正负极均采用铝箔，导电剂、黏结剂与锂离子电池相同，制造工艺与锂电一脉相承，钠离子与现有锂电池产业链、工艺、材料契合度高，可以有效地充分利用现有装备及资源，切换成本低，可以有效的实现锂钠互补。在国家战略方面，我国锂资源匮乏，存在着卡脖子情形，不排除在特殊情况下列入国家战备资源的可能。而钠资源是锂资源的 400 倍以上，供给充足而且价格低廉，基本不受国际形势及地缘政治影响，供应链安全得到保障。我国弃风弃光现象严重，市场呼唤既安全又性价比高的储能电池。钠电池的为我国储能赛道提供了高安全低成本的路径选择，为不同场景新型储能提供了适配空间，在工商业储能方面具有独到优势。

随着电新能源市场迅速兴起，钠离子电池已经从实验室走向商业化应用阶段并开启规模化应用。预计到 2025 年，国内钠离子电池出货量将超过 50 GWh，对应钠离子电池负极材料需求 7.5 万吨。2030 年全球钠电需求将超过 1000 GWh，对应钠离子电池负极材料需求 150 万吨，市场需求前景广阔。本项目具有极高的投资价值，能带来巨大的经济效益和社会效益。

知识产权情况

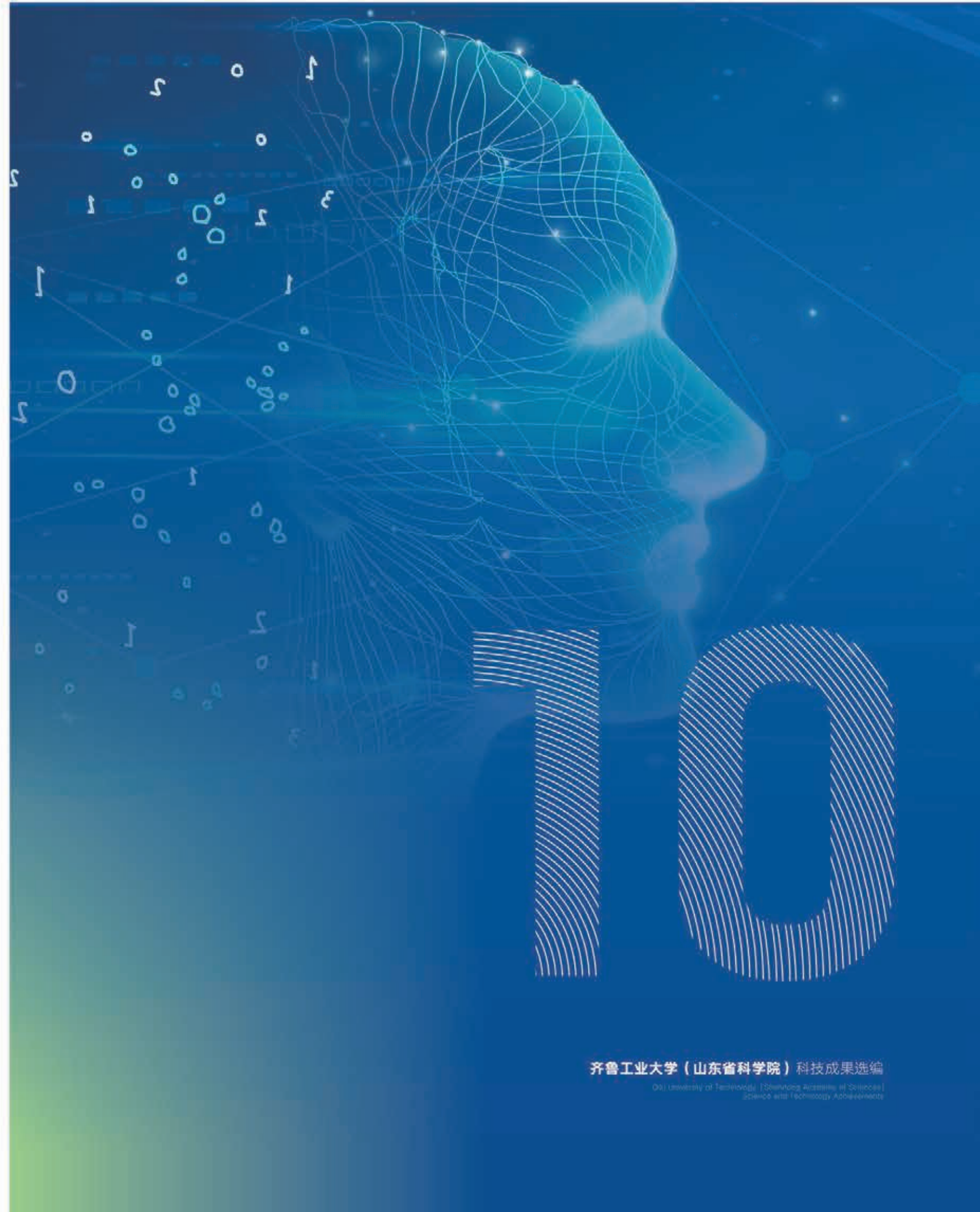
1. 一种磷酸亚锡电池负极材料及其制备方法与应用，ZL202111468902.4

成果负责人	赵学波	职称 / 职务	教授	手机	15288971031
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



第十部分
数学与人工智能学部

Part 10
FACULTY OF MATHEMATICS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE



数学与人工智能学部

学部简介

数学与人工智能学部由数学与统计学院、山东省人工智能研究院、大数据研究院 整合组建而成。学部现有信息与计算科学、应用统计学、数据计算及应用 3 个理科专业，智能科学与技术、人工智能 2 个工科专业，1 个信息与计算科学 (云计算) 方向。学部拥有数学一级学科硕士点。师资力量雄厚。学部现有专任教师 124 人，其中高级职称 50 人，博士生导师 5 人， 硕士生导师 28 人，IEEE Fellow1 人。泰山学者攀登计划和青年专家 2 人，国家新世纪百千万人才工程人选 1 人，国家万人计划青年拔尖人才和省有突出贡献的中青年专 家 1 人，省优秀青年基金获得者 1 人。获得 (首届) 全国高校大学数学课程教学创新示 范交流活动一等奖 1 人、校教学质量卓越奖 1 人、校教学质量优秀奖 2 人、校教学名师 4 人。



平台优势凸显。学部拥有省高校人工智能基础前沿技术工程研究中心、省人工 智能产业技术创新战略联盟、省人工智能技术应用协同创新中心、省大数据与可信 计算发展创新实验室等省部级科研平台。拥有 4 个本科教学实验室，设备价值 2000 余万元，使用面积 1500 余平方米。

办学实力突出。学部获批国家一流专业 1 个，省一流专业 1 个、省一流课程 1 门， 上线国家高等教育智慧教育平台课程 6 门，建设省、校级精品课程 5 门。获省级、 校级教学成果奖各 5 项，撰写教材 14 部。参与教育部新工科研究与实践项目 1 项， 主持山东省教改项目重点项目 2 项、面上项目 1 项。获批国家级大学生创新创业训练项目 13 项。近 3 年来，指导学生获“挑战杯”竞赛国家级奖 7 项；美国大学生数 学建模竞赛国际一等奖 1 项、二等奖 13 项；全国大学生数学建模竞赛国家一等奖 8 项、二等奖 19 项；中国研究生数学建模竞赛国家一等奖 1 项、二等奖 7 项；全国大 学生数学竞赛国家级奖项 180 余项。



科研能力强。近 5 年来，学部获山东优秀发明家奖 1 人次，获省科技进步一 等奖 1 项，省自然科学二等奖 1 项，省高等学校科学技术一等奖 1 项，省高校科研 成果奖二等奖 2 项、三等奖 2 项，中国产学研合作创新奖 1 项。承担纵向项目 80 余项， 其中国家重点研发计划项目 4 项、国家自然科学基金项目 18 项、省部级项目 34 项， 科研经费总额超过 5500 万元。申请或授权国内外发明专利 109 项，发表高水平学 术论文 400 余篇。

育人特色鲜明。学部不断优化调整专业设置，积极对接社会需求，尊重人才成 长规律，始终秉承厚基础 (数学)、重交叉、强应用的人才培养理念，坚持以赛促教、 以赛促学。毕业生就业率一直保持在 91% 以上，就业去向主要集中在科学计算、大 数据挖掘与分析、大数据技术应用等领域。



专业介绍

信息与计算科学 (国家级一流本科专业)

1. 专业概述

信息与计算科学专业重点面向信息领域，培养德智体美劳全面发展、具有扎实的数学基础和良好的数学思维能力，掌握信息科学和计算数学的基本理论、方法和技能，能解决信息技术、科学与工程计算、数据处理和分析中的实际数学问题以及软件开发与维护的专门人才。信息与计算科学专业始建于 2001 年，是山东省“特色名校”重点建设专业、国家一流本科专业，目前在校生 360 余人。本专业师资力量雄厚，教学资源丰富，现有专任教师 31 名，其中教授 4 人、副教授 11 人，硕士研究生导师 8 人，校青年教学优秀奖获得者 3 人。专任教师中具有博士学位的 19 人，博士占比为 61%。本专业教师团队教学、科研并重，教学水平较高，科研能力突出，学术成果丰富，近 5 年获批国家自然科学基金项目 12 项，山东省基金项目 10 项，重点研发计划 1 项，发表 SCI、EI 等高水平学术论文 120 余篇。该专业拥有智能计算实验室、北航 CG 大数据教学科研平台、大数据实验室、高性能 GPU 计算服务平台，为培养适应时代发展和需求的、理论扎实、具有良好创新能力、实践能力强的高素质人才提供了良好的环境和平台基础。

2. 专业特色

本专业是以科学与工程计算、智能信息处理为背景，由数学、信息科学、计算机 科学、人工智能等学科交叉渗透而形成的理科专业。通过学习数学、计算机科学、信息科学、数据处理及人工智能的基本理论和基本方法，学生具备良好的数学基础 和数学思维能力、算法分析、设计和编程能力，大数据和人工智能方面的应用能力。 该专业所培养的学生创新意识突出、实践技能较强，具有考研深造或出国留学所需 的坚实专业基础。

3. 就业方向

信息与计算科学专业毕业生因具备良好的数学思维，且能熟练运用科学计算的技 术和方法对数据进行处理和分析而受到各行业的青睐。毕业生主要进入科技、教育、 信息产业、经济、金融等相关部门从事科学研究、教育教学、工程计算、数据处理 和数据挖掘、应用开发、软件维护等工作，就业形势和发展前景广阔。该专业毕业 生可继续攻读硕士研究生或出国留学，一大批学生先后考入英国萨里大学、中国科 学院、中国社科院、吉林大学、山东大学等国内外知名高校或研究机构继续深造。

修业年限：四年 (弹性修业年限 3-8 年)



应用统计学 (山东省一流本科专业)

1. 专业概述

应用统计学专业于 2011 年开始招生, 目前在校生 370 余人。现有专任教师 23 人, 以中青年教师为主, 其中具有博士学位的 12 人, 占 52%, 具有高级职称的 10 人, 占 43.5%。专业教师思想道德素质良好、教学水平高、科研能力强、专业知识广博。近 5 年主持国家、省、校级各类教研项目和科研项目 20 余项, 发表高水平学术论文 80 余篇。该专业拥有大数据实验室、北航 CG 大数据教学科研平台、BCM 集群管理平台和 13 台高性能 GPU 服务器, 为师生的科学研究和创新实践提供了较好的环境和平台基础。

2. 专业特色

该专业设置两个方向: 金融统计、大数据统计分析。通过数学分析、高等代数、常微分方程等课程的学习, 学生具备良好的数学基础和数学思维能力; 开设概率论、数理统计、统计计算、多元统计分析等核心课程, 培养学生扎实的统计理论基础和各种实用统计方法的应用能力; 开设程序设计基础 (C++)、Python 程序基础、数据分析与 R 语言、数据库原理及应用、数据挖掘与分析、探索性数据分析等课程, 培养学生的计算机编程能力、大数据的分析挖掘能力; 开设货币银行学、金融统计、西方经济学、计量经济学等金融方向课程, 使学生具备扎实的金融基础。此外, 通过学院高水平人才培养平台, 协同山东省计算中心, 结合各类创新创业比赛、建模比赛及一系列实践教学环节来提升学生的实践技能、创新能力和创业意识。

3. 就业方向

该专业设置两个方向: 金融统计、大数据统计分析。通过数学分析、高等代数、常微分方程等课程的学习, 学生具备良好的数学基础和数学思维能力; 开设概率论、数理统计、统计计算、多元统计分析等核心课程, 培养学生扎实的统计理论基础和 各种实用统计方法的应用能力; 开设程序设计基础 (C++)、Python 程序基础、数据分析与 R 语言、数据库原理及应用、数据挖掘与分析、探索性数据分析等课程, 培养学生的计算机编程能力、大数据的分析挖掘能力; 开设货币银行学、金融统计、西方经济学、计量经济学等金融方向课程, 使学生具备扎实的金融基础。此外, 通过学院高水平人才培养平台, 协同山东省计算中心, 结合各类创新创业比赛、建模比赛及一系列实践教学环节来提升学生的实践技能、创新能力和创业意识。

修业年限: 四年 (弹性修业年限 3-8 年)。



统以及人工智能学科交叉与拓展等方面的研究、开发和应用工作的拔尖创新人才和高级技术管理人才。人工智能专业是齐鲁工业大学 2021 年增设的本科专业之一。学校发挥“科教融合”优势, 科学整合数学与统计学院、人工智能研究院的人才资源, 迅速建起一支一流的师资队伍, 专任教师 33 人, 其中博士学位占比 70% 以上, 机器人—环境智能交互创新团队为山东省青年创新团队。数学与统计学院教师较为深厚的数学背景及人工智能理论研究基础, 山东省人工智能研究院科研人员在人工智能应用 (智慧医疗、海洋大数据等) 方面所具有的丰富实践教学经验, 学院实验教学中心的先进仪器设备为积极构建适应时代发展和社会需求的、理论基础扎实、创新实践能力强的人才培养体系提供了基础和条件。

2. 专业特色

该专业设有三个方向: 智能计算、智能系统和智能医疗。智能计算是支撑智慧社会的核心基石, 基于最新人工智能理论, 采用领先的人工智能计算架构, 提供人工智能应用所需算法服务, 以实现人工智能的高算力、高能效和 强智能, 支撑各类人工智能技术的应用和演进; 智能系统以人工智能、计算机科学、控制理论等学科为基础, 是一类无需人的干预就能够自主驱动智能机器实现既定目 标、具有专家解决问题能力的计算机程序系统或物理平台, 是模拟人类智能的一个 重要领域; 智能医疗是通过打造健康档案区域医疗信息平台, 利用最先进的物联网技术, 实现患者与医务人员、医疗机构、医疗设备之间的互动, 逐步达到信息化。

3. 就业方向

人工智能的发展与应用前景广阔, 各行业长期具有旺盛的人工智能人才需求, 是国家大力支持的人才紧缺性新兴专业。毕业生可从事人工智能算法设计、数据分 析、软件开发和科学研究等方面的工作。就业单位涵盖各行各业, 包括: 互联网科技企业、高新信息技术企业、银行与金融企业、交通运输企业、医疗机构、科研机构和国家机关等。

修业年限: 四年 (弹性修业年限 3 — 8 年)



数据计算及应用

1. 专业概述

该专业培养德智体美劳全面发展,具有良好的数学基础和数学思维能力,掌握信息科学和统计学的基本理论、方法与技能,接受科学研究的初步训练,具备一定的数据建模、高性能计算、大数据处理以及程序设计能力,能运用所学知识解决数据分析、信息处理、科学与工程计算等领域实际问题的复合型应用理科专业人才。

2. 专业特色

数据计算及应用专业是 2019 年教育部特设应用理科数学类专业,是理科衍生的“新工科”专业。2021 年,数学与统计学院与山东省计算中心联合申报并成功获批,齐鲁工业大学因此成为山东省首家设立该专业的高校。该专业面向国家重大战略和新旧动能转换产业需求,坚持以产业需求为导向培养人才,按照数据链前端(数据收集、存储、传输、共享)、核心算法与技术(数据建模、计算、理解、挖掘)、数据链末端(数据工程)的逻辑脉络图,聚焦数据链的核心算法与技术,开设“大数据处理”和“高性能计算”两个专业方向。作为“新工科”专业,该专业坚持厚基础、强交叉、重应用的育人理念,致力于培养具有深厚理科基础和较强工科实践能力的复合型专业人才,以期有效解决国家在超算领域人才需求与专业人才培养“脱节”问题。该专业融合数学、统计学和信息科学等学科的核心课程,重点围绕超级计算、大数据与人工智能的数学理论与方法、复杂系统优化与控制、计算机数学等方向,以及信息技术、海洋、生物医药等国家重大战略需求中的关键数学问题进行系统化专业学习。

3. 就业方向

该专业毕业生可进入信息传输、软件和信息技术服务、互联网、证券、银行、保险、教育等行业领域,也可以进入大数据局、统计局、税务局等各级国家机关、事业单位,参与大数据基础设施建设、管理政府各级数据资源等。山东省济南中心 作为人才培养的参与主体,其对毕业生的吸纳效应是“科教融合”专业育人的鲜明特色和突出优势。

修业年限:四年(弹性修业年限 3—8 年)



智能科学与技术(校企合作,与中国高科集团股份有限公司合作)

1. 专业概述

智能技术及其应用已经成为 IT 行业创新的重要生长点,而“智能科学与技术”则是面向前沿高新技术的基础性本科专业。我校“智能科学与技术”专业始建于 2019 年,2021 年转为齐鲁工业大学与中国高科集团股份有限公司共建专业,采用“3+1”全周期人才培养模式。该专业师资队伍基础雄厚,齐鲁工业大学数学与统计学院有专任教师 33 人,博士学位占比 70% 以上;中国高科集团股份有限公司专任教师 10 名,90% 以上具有在阿里、腾讯等大公司工作 5 年以上的实践经验。数学与统计学院教师具有较为深厚的数学背景及人工智能理论研究基础,中国高科集团股份有限公司教师则在人工智能应用方面具有丰富的实践教学经验,通过双方合作,取长补短,该专业在人才培养方面开拓了无比广阔的发展空间。

2. 专业特色

该专业培养德智体美劳全面发展、具有良好的数学基础和数学思维能力,掌握人工智能领域相关基础理论知识,熟悉人工智能相关前沿发展现状,具备人工智能科学研究创新能力、应用交叉领域融合创新能力的专门人才。该专业设置智能计算和智能系统两个方向,坚持和强化“厚基础、重创新”的人才培养特色。在培养过程中,夯实数学与计算机专业基础,强化智能科学与技术专业知识的系统学习和技能训练,充分发挥“产教融合”优势与特色,重点培养学生创新实践能力。

3. 就业方向

该专业毕业生可在 IT、金融等领域从事智能算法研究及系统开发,亦可在政府部门、教育机构、信息中心、数据中心等从事相关工作;可继续攻读硕士、博士研究生,发展空间十分广阔。

修业年限:四年(弹性修业年限 3-8 年)



信息与计算科学(云计算)(校企合作,与浪潮软件股份有限公司合作)

1. 专业概述

信息与计算科学(云计算)方向致力于培养培养德智体美劳全面发展、具有良好的数学基础和逻辑思维能力,能熟练掌握云计算与大数据应用平台的搭建与部署、大数据处理与分析、集群存储与虚拟化技术,能够胜任云平台搭建与运维、大数据挖掘与分析、大数据技术应用和互联网应用开发等岗位的高素质、应用型人才。信息与计算科学(云计算)方向始建于 2012 年,是齐鲁工业大学与浪潮集团合作共建专业方向,采用“3+1”培养模式。该专业师资力量雄厚,齐鲁工业大学数学与统计学院专任教师 18 名,其中教授、副教授 8 人,硕士研究生导师 6 名,博士比 90% 以上;浪潮集团专任教师 10 名。通过与浪潮集团的合作,该专业在创新人才培养模式、提升教育教学水平、推动科技学术创新、开拓学生高端就业等方面取得了显著成效,实现了高校培养与企业用人的无缝对接。

2. 专业特色

本专业通过学习数学、计算机科学、云计算的基本理论和基本方法,培养学生具有良好的数学基础和数学思维能力,掌握计算机科学技术的基础理论和知识,掌握软件系统的分析、建模和设计方法,掌握移动互联网应用软件开发技术、软件工程师的核心知识与基本技能,具备大数据存储设计、数据挖掘分析与处理、云计算平台的部署与搭建、云计算相关软件开发等方面的能力。该专业学生在数学逻辑思维、数据处理与数据挖掘、云计算平台搭建、大型软件系统开发等方面具有明显优势。

3. 就业方向

信息与计算科学专业(云计算)方向毕业生能够在政府、银行、医院、金融企业、互联网公司的相关部门胜任云平台搭建与运维、大数据挖掘与分析、大数据技术应用工作,也可以继续攻读硕士研究生或者出国深造。

修业年限:四年(弹性修业年限 3-8 年)。



硕果累累

近三年部分考研学生录取情况

序号	姓名	年级	专业	录取学校
	王玉诚	2022届	人工智能	山东大学
2	郭玮	2022届	应用统计学	北京邮电大学
3	王田田	2022届	应用统计学	哈尔滨师范大学
4	刘忠尚	2022届	应用统计学	东北财经大学
5	宋雯婷	2022届	应用统计学	浙江工商大学
6	石奉齐	2022届	应用统计学	南京审计大学
7	孙梦琪	2022届	应用统计学	北京林业大学
8	周升春	2022届	应用统计学	东北师范大学
9	高孟埃	2022届	应用统计学	安徽财经大学
10	孙龙颢	2022届	信息与计算科学	哈尔滨工程大学
11	方伟华	2022届	信息与计算科学	山东大学
12	鹿鹤群	2022届	信息与计算科学	南京工业大学
13	刘为硕	2022届	信息与计算科学	重庆理工大学
14	刘京洋	2022届	信息与计算科学	黑龙江大学
15	张凯	2022届	信息与计算科学	青岛大学
16	黄勇铭	2022届	信息与计算科学(云计算)	西安邮电大学
17	田轩硕	2022届	信息与计算科学(云计算)	东北石油大学
18	张鹏	2022届	信息与计算科学(云计算)	青岛大学
19	高磊	2021届	信息与计算科学	南京邮电大学
20	赵久峰	2021届	信息与计算科学	吉林大学
21	杨明月	2021届	信息与计算科学	青岛大学
22	雷为	2021届	信息与计算科学	中国海洋大学
23	张靓丽	2021届	应用统计学	北京交通大学
24	李潇	2021届	应用统计学	首都经济贸易大学
25	赵星宇	2021届	信息与计算科学(云计算)	上海海洋大学
26	孔令仁	2021届	信息与计算科学(云计算)	青岛大学
27	张云逸	2021届	信息与计算科学(云计算)	哈尔滨师范大学
28	毕经纶	2020届	信息与计算科学	中国石油大学
29	徐加昊	2020届	信息与计算科学	南京航空航天大学
30	孟彬	2020届	信息与计算科学	吉林大学
31	杨晓萌	2020届	信息与计算科学	山东大学
32	廖保钢	2020届	信息与计算科学	中国矿业大学
33	陈一鑫	2020届	信息与计算科学	澳门大学
34	朱小凡	2020届	应用统计学	北京交通大学
35	杨海兰	2020届	应用统计学	中国矿业大学
36	赵采云	2020届	应用统计学	东北财经大学
37	刘亚文	2020届	应用统计学	南京邮电大学
38	郑晨	2020届	应用统计学	上海大学
39	孙洁	2020届	信息与计算科学(云计算)	中国石油大学(华东)
40	杨锐	2020届	信息与计算科学(云计算)	南京邮电大学
41	殷齐蔚	2020届	信息与计算科学(云计算)	厦门理工大学
42	玄昌盛	2020届	信息与计算科学(云计算)	南京工业大学

学部科研成果

学部科研成果							
序号	项目名称	项目编号	负责人	项目分类	立项日期	项目类型	项目经费 (万元)
1	物联网环境下冠状动脉疾病智能诊断的理论与技术研究	62172243	李金宝	国家自然科学基金-面上项目	2022-01-01	独立课题	57
2	基于拓扑感知测地线模型的复杂管状结构快速追踪算法研究	62102210	刘丽	国家自然科学基金-青年基金	2022-01-01	独立课题	30
3	基于测地线模型的管状结构中心线快速智能追踪算法研究	ZR2021QF029	刘丽	山东省自然科学基金-青年基金	2022-01-01	独立课题	15
4	基于心电信号的心律失常识别方法研究	ZR2021QF125	柳仁松	山东省自然科学基金-青年基金	2022-01-01	独立课题	15
5	电磁式高频往复磨损测试系统建模与高精度控制	ZR2021QE245	王若同	山东省自然科学基金-青年基金	2022-01-01	独立课题	15
6	基于时频域重叠组稀疏特性的自适应心信号降噪方法研究	ZR2021MF084	陈长芳	山东省自然科学基金-面上项目	2022-01-01	独立课题	10
7	面向智能问答的多模态知识表达及推理技术	ZR2021YQ44	李志慧	山东省自然科学基金-优青	2022-01-01	独立课题	45
8	社交网络虚假媒体智能分析与理解	2020GXRC040	高赞	高校院所创新团队项目-引进创新团队	2021-01-01	独立课题	100
9	基于深度网络与集成学习的房颤分类检测研究	ZR2020QF020	陈超	山东省自然科学基金青年基金	2021-01-01	独立课题	15
10	基于逻辑规则的图像内容理解和推理研究	62002187	卓涛	国家自然科学基金青年基金	2021-01-01	独立课题	24
11	有关算术函数均值估计的若干问题	ZR2021QA060	王丹	山东省自然科学基金	2021-12-15	独立课题	15
12	反应扩散方程组Robin边值问题解的定性分析及数值算法研究	ZR202102190656	刘晓薇	山东省自然科学基金	2021-11-29	独立课题	10

学部科研成果							
13	基于自注意力网络的高光谱图像半监督小样本学习分类方法研究	ZR202102270080	张瑜	山东省自然科学基金	2021-11-26	独立课题	15
14	基于ECG弱特征凸显的语义哈希表示研究	ZR2021MF035	房毅亮	山东省自然科学基金	2021-11-22	独立课题	10
15	若干类大维随机矩阵系综中的渐近行为研究	ZR2021QA034	朱孟坤	山东省自然科学基金	2021-11-22	独立课题	15
16	分数阶变时滞复混沌系统及在网络安全中的应用	ZR2021MF073	姜翠美	山东省自然科学基金	2021-11-18	独立课题	10
17	机器人智能环境感知与自主学习算法研究及应用1	2021GXRC100	李彬	济南市科技发展计划	2021-11-01	独立课题	20
18	基于正交多项式的奇异酉系综谱分析	12101343	吕书琳	国家自然科学基金	2021-10-18	独立课题	30
19	关于奇异酉系综的最大和最小特征值分布的研究	ZR2021QA061	吕书琳	山东省自然科学基金	2021-09-24	独立课题	15
20	动态非结构环境中四足机器人自主稳定运动控制方法研究及应用	ZR2020MF097	李彬	山东省自然科学基金	2021-01-01	独立课题	10
21	彩色超声医疗设备及其人工智能医学影像平台关键技术研究与应用	2020CXGC010501	刘照阳	山东省重点研发计划（重大科技创新工程）	2020-12-01	独立课题	120
22	社会公共安全智能视频分析及其应用研究	2020KJN012	高赞	山东省高等学校青创科技支持计划-智能媒体分析与视觉感知创新团队	2020-01-01	独立课题	20
23	面向智慧城市的人工智能关键技术研究	2020CXGC010111	舒明雷	山东省重点研发计划（重大科技创新工程）	2020-12-01	独立课题	257
24	新型高复用工业管理软件构建方法与工具-面向一云多端智能高复用软件开发及运行平台	2020YFB1710200	李金宝	国家重点研发计划任务	2020-11-01	独立课题	54.64
25	心肌细胞钙空穴的生物力学研究	ZR2020QA047	李景慧	山东省自然科学基金	2020-12-24	独立课题	14
26	扩散项依赖控制策略的大种群非线性随机微分对策理论及应用	ZR2020MA031	徐瑞民	山东省自然科学基金	2020-12-12	独立课题	10
27	基于磁流体力学模型的地磁场探测反问题研究	ZR2020MA049	李金红	山东省自然科学基金	2020-12-01	独立课题	10
28	超曲面的完全非线性曲率流的收敛性及其相关应用研究	ZR201911140220	吕玉砂	山东省自然科学基金	2020-12-01	独立课题	13
29	水泥熟料煅烧过程NOx释放特性混合驱动建模与优化	62073153	李颖	国家自然科学基金	2020-09-18	子课题	10
30	Lattice结构IIR数字滤波器设计的序贯部分优化算法	62001261	孟海龙	国家自然科学基金	2020-09-18	独立课题	24

桃李芬芳

桃李芬芳			
序号	专业年级	姓名	就业信息
1	信息与计算科学 2001级	鲁飞	现为北京开放大学 党政办公室副主任
2	信息与计算科学 2001级	石俊峰	现就职于烟台东方威思顿 海外事业部经理
3	信息与计算科学 2001级	房洪臣	现为北京领为军融科技有限公司 副总经理
4	信息与计算科学 2002级	纪德建	现为金现代信息产业股份有限公司 第四事业部群总经理
5	信息与计算科学 2002级	孙涛	现为金现代信息产业股份有限公司 研发经理
6	信息与计算科学 2006级	陈善镇	山东大学博士毕业，现为西南财经大学经济数学学院副教授
7	信息与计算科学 2008级	曲存全	2013年考入山东大学数学学院攻读博士学位（硕博连读），期间在荷兰代尔夫特理工大学联合培养两年，2019年博士毕业。目前在山东大学数据科学研究所做博士后研究
8	信息与计算科学 2010级	刘丽霞	上海大学博士研究生毕业，现在齐鲁工业大学任教
9	信息与计算科学 2011级	贝晓萌	中国社科院研究生毕业，现就职于国家税务总局北京市海淀区税务局，2019年荣获国家税务总局北京市税务局公务员“三等功”
10	应用统计学 2011级	黄盼长	现就职于京东谷歌旗下子公司，主要从事数据分析，数据可视化和数据产品化等工作
11	应用统计学 2011级	张正聪	现就职于字节跳动下的商业化部门巨响引擎，主要从事策划运营工作
12	信息与计算科学2012级	刘涛	现就职于国家气象中心，从事预报系统开发工作
13	信息与计算科学（云计算）2012级	孟广婷	现就职于山东建筑大学
14	信息与计算科学 2013级	于雪洁	现就职于新浪微博，担任数据库系统工程师
15	信息与计算科学 2013级	凌立扬	现就职于阿里巴巴本地生活公司
16	信息与计算科学 2013级	付远祥	北京交通大学硕士毕业，现就职于联通集团系统集成有限公司管理信息产品部，担任大数据研发工程师技术职务。
17	应用统计学 2013级	宋维杰	现就职于国家统计局淄博调查队
18	应用统计学 2013级	韩亚迪	现就职于山东省邹平市黛溪街道办事处工作（选调生）
19	信息与计算科学（云计算）2013级	王福胜	现就职于中国烟草公司
20	应用统计学 2014级	孙鹏	现就职于浙江省义乌市人民政府
21	应用统计学 2014级	朱辉	现就职于中国人民银行
22	信息与计算科学（云计算） 2014级	谷启涛	南京航空航天大学硕士毕业，现就职于高通无线通信技术（中国）有限公司
23	信息与计算科学2015级	张晓臻	现就职于国家统计局东丽调查队
24	信息与计算科学 2015级	雷添晔	现就职于浪潮集团运营商海外事业部
25	信息与计算科学（云计算） 2015级	曾泉	现就职于烟台蓬莱人民政府
26	信息与计算科学（云计算） 2015级	刘钦法	现就职于上海公安局
27	信息与计算科学（云计算） 2015级	张鑫	现就职于中国建设银行
28	应用统计学 2016级	蒋宏坤	现就职于剑阁县统计调查队
29	信息与计算科学 2016级	齐俊江	现就职于蓬莱区人民政府
30	信息与计算科学（云计算）2016级	贾芳先	现就职于北京市朝阳区统计局

人文数苑



2022 届毕业生学位授予仪式



2021 年数学文化节启动仪式



我院优秀学子家长曹惠琴女士，自 2011 年发起设立“曹惠琴奖学金”以来（现为江苏商会奖学金），10 年间，爱心不断汇聚壮大，济南市江苏商会的多家爱心企业及个人先后捐资达 50 万元，截至目前有近百名优秀学子荣获该项奖学金



学生参加机器人大赛



“新六艺”传统文化体验活动



我院举办“谁的等待，恰逢花开”恋爱心理团体辅导活动



我院承办学校《论语》解读大赛，推进以文育人，以文化人



学生积极参与各类竞赛，数学院表彰“科创之星”



第十一部分
光电科学与技术学部

Part 11
FACULTY OF OPTOELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY



光电科学与技术学部

学部简介

光电科学与技术学部隶属于齐鲁工业大学（山东省科学院），是整合山东省科学院激光研究所、原光电工程国际化学院、大学物理教学部、微电子专业成立的，设有济宁研究中心、济南研发中心、青岛研发中心，并孵化了十四家科技型企业，初步形成了“一所三地+科教融合学院+科技型企业”科教产并重、产学研协同发展的综合体。

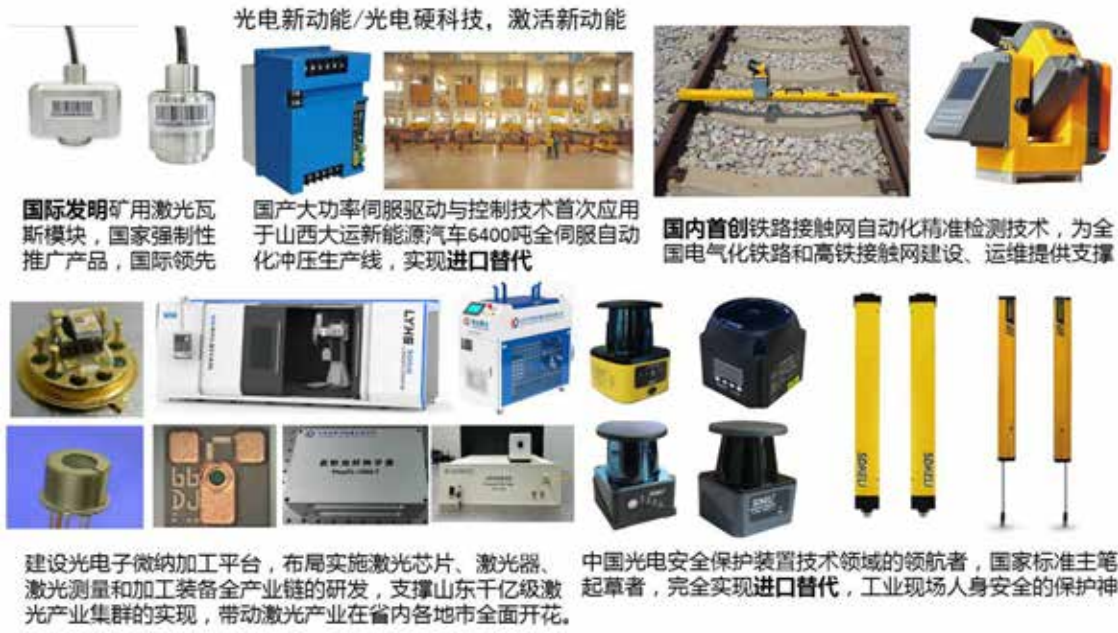


学部设有光电信息科学与工程、微电子科学与工程 2 个本科专业；设置控制科学与工程、计算机科学与工程、控制工程、新一代电子信息技术（含量子技术等）、计算机技术 5 个硕士研究生专业。



现已发展成为以激光器件与加工装备、光电材料与器件、光电检测与人工智能、光纤传感、先进光电数控及伺服驱动、智能制造与系统集成、微纳光子学、材料微结构等为主的多学科、综合性科学研究机构和高层次人才培养机构，是国内较早从事激光技术应用研究的单位之一，也是省内唯一专业从事光电技术研究的科研机构。

现拥有科技部光纤传感器及安全物联网国际联合研究中心和国家级引才引智示范基地、发改委能源与环境光纤智能检测技术国家地方联合工程实验室等省部级以上科研平台 19 个，并建有 11 个国际联合实验室；拥有发明专利 170 余项，其中 30 项国际发明专利；转化专利、软著 80 余项，知识产权作价入股 2.6 亿元；荣获省部级以上奖励 10 余项，其中中国专利优秀奖 1 项，山东省科技进步一等奖 2 项，山东省技术发明一等奖 1 项，山东省专利一等奖 1 项；孵化企业 2023 年销售收入突破了 4 亿元。



凭借雄厚的科研实力、顶级的科研平台、强大的师资队伍、完备的育人模式、成熟的成果转化体系、广泛的国际合作渠道等优势重点建设光学工程一级学科，实行国际化特色育人模式，培养光电产业创新人才，健全光电产业链条，服务和支撑国家和区域创新发展战略。



学部大型仪器设备简介

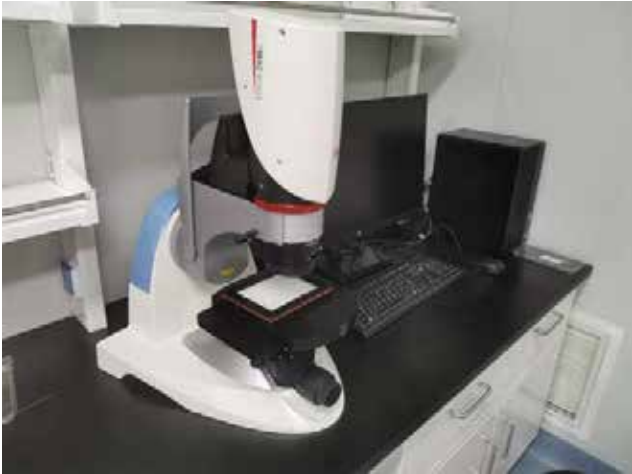
3D 超景深视频显微镜（3D ultra depth of field video microscope）

仪器简介

LEICA DVM6A 为最新款顶级全自动三维视频显微镜，由主机、高分辨率数字镜头、光源、支架系统组成，可直观检测样品的微观组织和表面形貌，例如皮革、纤维及毛发等。并能够对其三维形貌做拍摄和测量。

仪器主要特点及技术指标

1. 生产厂家：德国徕卡（LEICA）；规格型号：DVM6A
2. 全自动三维超景深显微镜，具备自动调焦，可进行物镜、目镜倍数识别等
3. 光学变倍比 16:1
4. 反射光可实现环形光、同轴光、内置斜照明、外置斜照明等观察方式，具备环形、双向斜照明 LED 和同轴光源等控制
5. 物镜镜头：放大倍率要大于 1000X，镜头最高分辨率可达到 0.5um
6. 具备不少于 1000 万物理像素工业级高清摄像头，实时采集速度，在 1600×1200 分辨率下不低于 30 帧 / 秒
7. 可实现 Z 轴的电动自动精细调节，调焦精度大于 0.3um，有效行程不少于 60mm
8. 可实现 ±50°的倾斜角观察，精度不小于 1 度
9. 载物台 XY 轴方向可电动移动，并且可以 ±180°旋转
10. 自动平图功能，在任意倍率下拼图范围要达到 60mm×50mm
11. 具备 2D 及 3D 图像渲染与测量功能，具备一键导出功能
12. 配备高性能显微镜一体机，不低于 i5 处理器 /8G 内存 /1T 硬盘 /2G 独显



近红外可调激光器（Near-infrared tunable laser）

仪器简介

TSL-510 是一款易操作、结构精密的高性能可调谐激光器。该激光器波长扫描速度快，并可以维持高输出光功率及连续无模式跳变情况下 连续扫描 130nm 的波长范围。TSL-510 还具有低噪声及出色的稳定性等特点。该激光器有四种不同款式，以满足客户对于高输出功率，高信噪比和高波长精度等不同的需求。通过 GPIB 和 USB 接口与工业标准计算机指令集允许远程控制及自动化测量。可用于近红外的光器件特性评价、光纤传输测试、光谱分析、光子材料特性测试。

仪器主要特点及技术指标

- 生产厂家：日本 Santec
规格型号：TSL-550
波长范围：1260-1680nm:130nm 调谐范围
扫描速度：100nm/s
波长准确度：<5pm
信噪比：>65dB



超声波 C 扫描检测系统（Automatic Uiltrasonic C-scan Testing System）

仪器简介

生产厂家：MATRIX；规格型号：ACIS-01，设备采用 AFIS-05 框架结构设计，系统为标准的三轴检测系统（X、Y、Z），所涉及的计量单位全部采用国际单位（SI）标准。系统采用多通道采集技术，能够对 C 扫描结果进行自动分析和计算，并根据需求生成检测报告。具备三轴扫描结构设计（X、Y、Z），Y、Z 轴安装于 X 轴上且随 X 轴运动，能够获得非常好的检测灵敏度。使用 U-View 软件作为运动控制、数据采集及图像处理软件，作为图像处理软件，提供标准的 A、B、C 扫描成像功能；适用于金属、非金属、复合材料的检测，可满足平面、锥面、及复杂工件的测试需求，可服务于航天航空、电力、冶金、汽车制造、高校及科研等多个领域。

仪器主要特点及技术指标

- 带宽：5MHz 到 300MHz
ADC 信号转换：1×1G sample/s AD 模数转换卡
其他性能满足《JB/T 10061-1999》要求
增益：72dB 可调节范围，步进：1dB
高通滤波：1，2.5，5，7.5，12.5MHz 等
低通滤波：3，7.5，10，15，22.5，50MHz
输入阻抗：50 欧姆
输出阻抗：50 欧姆



超高分辨率光谱分析仪（Ultra-high resolution optical spectrum analyzer）

仪器简介

生产厂家：法国 APEX Technologies；规格型号：AP2061A；具有最小 0.04pm 的光谱分辨率，可进行超精细光谱扫描分析，可分辨单纵模多纵模激光器。

仪器主要特点及技术指标

1. 测试原理	外差相干式测试原理
2. 波长范围	1526-1607nm
3. 波长最小分辨率	5MHz/0.04pm
4. 波长分辨率可选	5MHz/0.04pm； 20MHz/0.16pm； 100MHz/0.8pm;140MHz/1.12pm; 2GHz/16pm； 10GHz/80pm； 50GHz/0.4nm； 100GHz/0.8nm； 200GHz/1.6nm； 400GHz/3.2nm；可手动设置从 500MHz~250 GHz 的分辨率
5. 波长绝对精度	±2pm
6. 近峰动态范围	>40 dB @ +/- 1.3 pm； >60 dB @ +/- 8 pm； >70 dB @ +/- 30 pm
7. 输入功率范围	-68dBm~-10dBm
8. 功率测量精度	±0.3dB
9. 功率测量重复性	±0.2dB
10. 输入	FC/PC for SM fiber



激光线宽和频率噪声测试系统（Ultra-high resolution optical spectrum analyzer）

仪器简介

生产厂家：德国 High Finess 公司；规格型号：LWA-1k-1550；可测量 C 波端单频激光器的相对强度噪声、线宽、频率噪声等多个性能参数，主要用于科研领域。

仪器主要特点及技术指标

参数	单位	数值
波长范围	nm	1530-1565(c 波段)
最小入射功率	mW	4
噪声分析频率范围	Hz	10-1000k
动态范围	dB	50
频率噪声强度范围	Hz/VHz	10-100k
频率分辨率	Hz	0.1
相对强度噪声的本底噪声	dB/VHz	-150
线宽范围	Hz	2k-1M
数据传输		USB2.0 或者更高
光纤端口		PM-FC/APC
尺寸	mm	220×334×96
重量	kg	8



光谱仪（Spectrograph）

仪器简介

生产厂家：横河光谱仪 /YOKOGAWA；规格型号：AQ6376；AQ6376 是波长可覆盖 2μm 以上范围的长波长台式光谱分析仪，专为一直苦于无长波长测量仪器可用的工程师和研究人员而设计。AQ6376 在实现了高精度、高分辨率和高灵敏度测量的同时，还可以提供全面的分析功能，从而可省去校准步骤和开发外部分析软件的麻烦；可用于近红外到中红外的光谱分析，激光器特性分析，红外气体检测，超连续谱检测等领域。

仪器主要特点及技术指标

- 波长范围：1500 ~ 3400nm
- 分辨率设置：0.1 ~ 2nm
- 超宽可测功率范围：-65 ~ +13dBm
- 波长精度：±0.5nm
- 动态范围：55dB



准分子激光器（excimer laser）

仪器简介

生产厂家：美国相干 coherent；规格型号：compex 50 FBG；准分子激光器是一种紫外波段激光器，主要用于紫外光刻系统的光源。目前，以此激光器为基础搭建了具有更高光纤适应性的光纤光栅刻写系统，能够在不同光敏性光纤和不同结构参数的光纤上，利用紫外光敏性原理曝光制作光纤光栅，以满足光纤传感和光纤激光等相关课程的教学和科研需要。



仪器主要特点及技术指标

- 波长：248nm
- 脉冲能量：≥ 80mJ
- 最大重复频率：200Hz
- 平均功率：>10 W
- 能量稳定性：≤ 2 %
- 光束发散角 (V×H, FWHM): ≤ 2×1mrad2
- 相干长度 (FWHM)：>800 μm

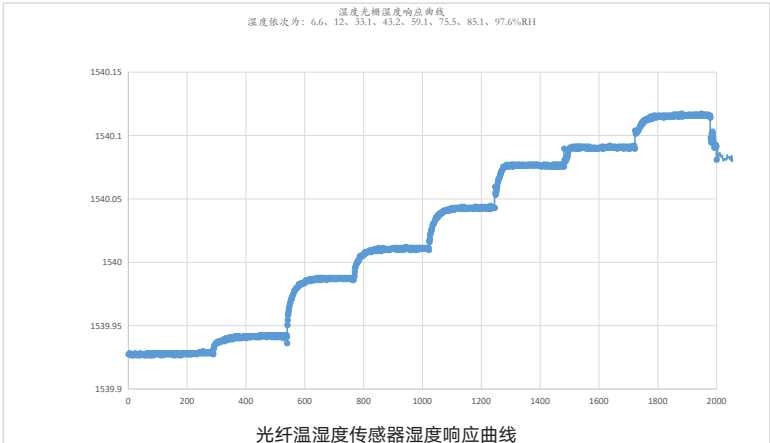
光纤温湿度监测系统

成果简介

光纤温湿度传感器以光纤布拉格光栅（FBG）作为敏感元件，在光栅表面涂覆一层改性聚酰亚胺湿敏薄膜，环境温湿度的变化导致PI湿敏材料吸水膨胀或收缩，引起FBG轴向应变，导致FBG中心波长发生漂移，通过测量FBG中心波长漂移实现对环境温湿度的监测。与电子传感器相比，光纤传感器本质绝缘，涂覆湿敏材料的光栅在封装之后其响应范围更广、灵敏度更高；更适于易燃易爆等恶劣环境下对湿度的在线监测，具有极佳的市场应用价值。

核心技术及指标

参数类型	数值	单位
湿度范围	0~100	%RH
湿度分辨率	0.1	%RH
湿度精度	±2	%RH
温度范围	-20~80	℃
温度分辨率	0.1	℃
温度精度	±0.5	℃



光纤点式温湿度传感器



管廊点式温湿度传感器



粮仓准分布式温湿度传感器

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于烟草、武器炸药存储、化工及农产品储存等行业领域的温湿度监测。

知识产权情况

有相关的发明专利、实用新型等知识产权

成果负责人	赵林	职称 / 职务	副研究员	手机	15588831225
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

光纤风速传感器

成果简介

围绕矿山、石化、电力等行业应用需求，发挥光纤传感本质安全、抗电磁干扰、传输损耗小、易于大规模组网等技术特点，研发光纤热线式风速传感器，具有大量程、高精度、低风速敏感等突出优势。主要应用于煤矿巷道通风、瓦斯抽采、采空区发火防控，化工园区、风电场风场分布监测，管道流速流量监测等领域。

核心技术及指标

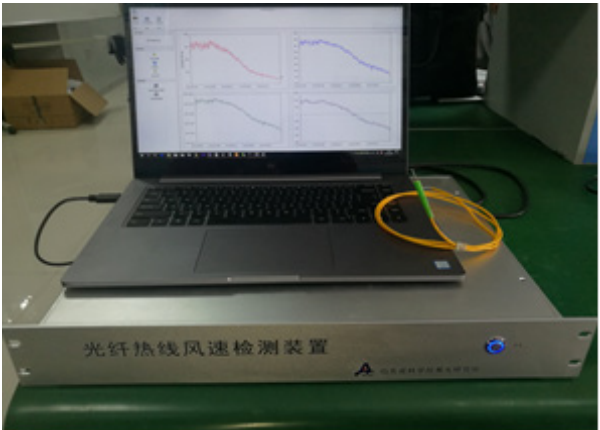
项目	单位	参数值
测量范围	m/s	0~20
测量精度	m/s	±（0.03+3%测量值）
分辨率	m/s	0.01



光纤热线风速检测装置



光纤风速传感探头



光纤热线风速装置

产业上下游情况介绍，项目效益分析

无源监测，特别对于低风速测量敏感，精度高，适应于矿山安全领域微风检测。

知识产权情况

有相关的发明专利、实用新型专利等知识产权

成果负责人	王纪强	职称 / 职务	研究院 / 主任	手机	18663728612
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

矿井光纤微震监测系统

成果简介

微震监测技术通过埋置于围岩内部的微震传感器捕捉岩体微破裂过程中产生的震动信号进行分析和处理，获得岩体破裂发生的时间、位置、震级、能量等“时、空、强”信息，并根据大量微震事件信息的融合与聚类，评估岩体稳定性状况，从而为预警和控制矿山灾害提供有效依据。矿井光纤微震监测系统结合了光纤微震传感无源本质安全、抗电磁干扰，波长动态解调灵敏度高，以及区域搜索定位算法精度高、收敛性好等优势，为矿山微震监测提供了一种先进适用的技术手段。系统产品被列入国家煤矿安监局《煤矿安全生产先进适用技术装备推广目录（第四批）》。该成果在煤矿、非煤矿山、隧道、硐室等地下工程稳定性监测预警领域具有广泛应用前景。

核心技术及指标

1. 通道数：8-64
2. 频率范围：0.5-300Hz
3. 测量范围：±10 m/s2
4. 分辨率：0.001 m/s2
5. 同步精度：0.1ms
6. 定位精度：±10m（X,Y）



微震采集软件/SeisDAQ



微震分析软件/SeisLoc



微震展示平台/SeisVis



主机/Host,GPS



井下微震分站/Substation



微震传感器/Geophone

矿井光纤微震监测系统解决方案

产业上下游情况介绍，项目效益分析

具有无源本质安全、抗电磁干扰、定位精度高等显著优点，非常适合矿井易燃、易爆环境，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	胡宾鑫	职称 / 职务	副研究员	手机	13156198884
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

边坡无线微震监测系统

成果简介

边坡微震监测与常规微震监测同中有异，其要求监测的频带更宽、能量更低、定位精度更高，此外，受现场供电和通讯限制，通讯方式以无线为主，设备低能耗、高可靠性十分关键。边坡无线微震监测系统结合了 MEMS 加速度传感功耗低、频带宽、灵敏度高，以及无线通讯灵活方便等优势，为边坡微震监测提供了一种先进适用的技术手段。该成果在大坝、边坡、高铁路基等地面工程稳定性监测预警领域具有广泛应用前景。

核心技术及指标

- （1）通道数：8-64
- （2）频率范围：DC-1500Hz
- （3）测量范围：±20 m/s²
- （4）分辨率：0.001 m/s²
- （5）同步精度：0.1ms
- （6）定位精度：±10m（X,Y）



MEMS 微震采集仪

产业上下游情况介绍，项目效益分析

具有宽频带、低噪声、安装简单、维护方便等优势，非常适合地形环境复杂布线困难的环境，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	胡宾鑫	职称 / 职务	副研究员	手机	13156198884
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

激光多气体分析仪

成果简介

激光多种气体分析模块是新一代气体分析模块，可同时检测一氧化碳、二氧化碳、甲烷、乙炔和乙烯五种气体。该模块采用 RS-485 通信方式，留有进气口和出气口。本模块采用光谱吸收技术检测多种气体的浓度，具有测量精度高、响应时间短、不受环境中其他气体干扰、稳定性好、使用寿命长等优点。

核心技术及指标

1. 能够同时检测 5 中不同气体（CO、CO₂、C₂H₂、C₂H₄、CH₄）的浓度；
2. 能够实现实时在线检测；
3. 测量精度高；
4. 响应时间快



无线微震监测台站

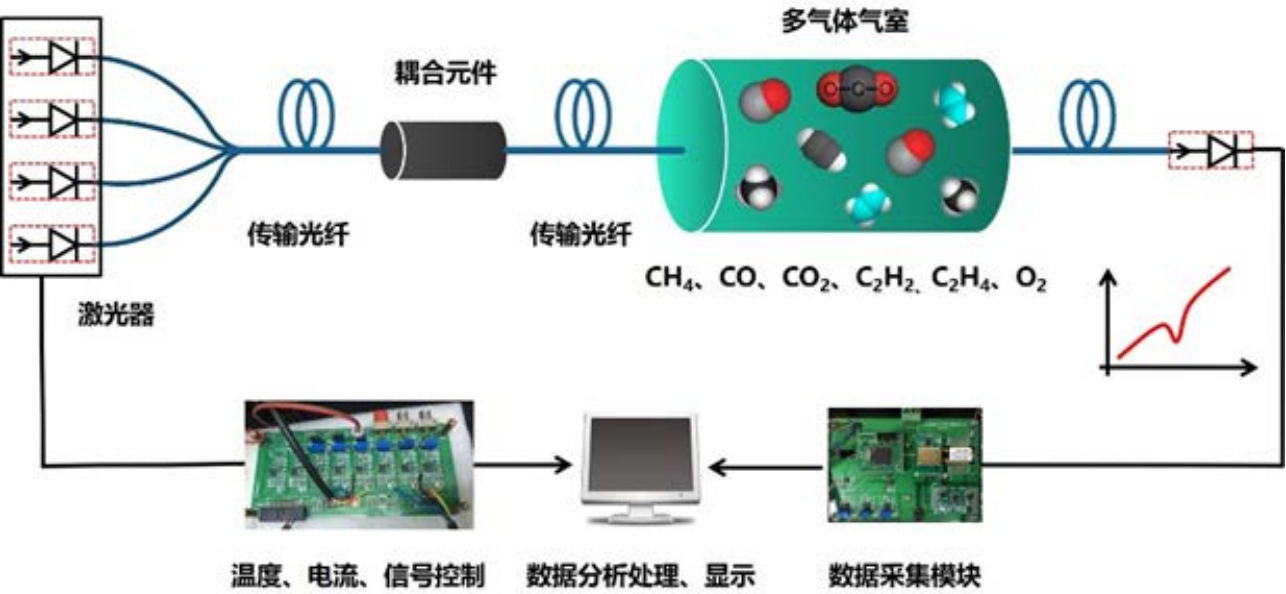
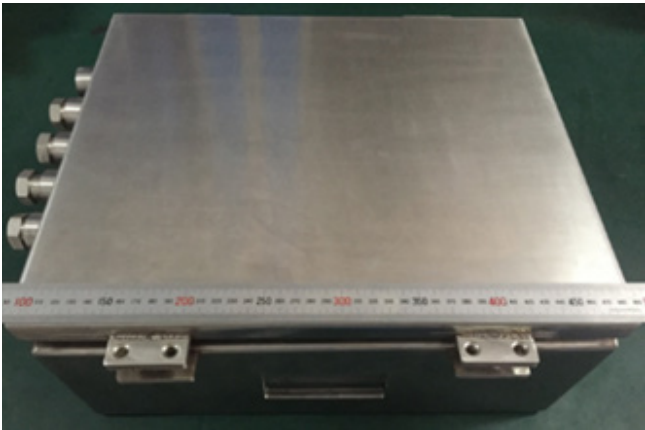
5. 使用寿命长：大于 5 年；
6. 抗干扰能力强，不受 5 种气体之间的相互干扰及外界其他气体的干扰；
- 易集成：具有 Modbus 协议接口，可集成到 Modbus 协议口的 PLC 或者其它分站。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于多种不同气体的同步检测，在恶劣环境密闭空间检测具有优势，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

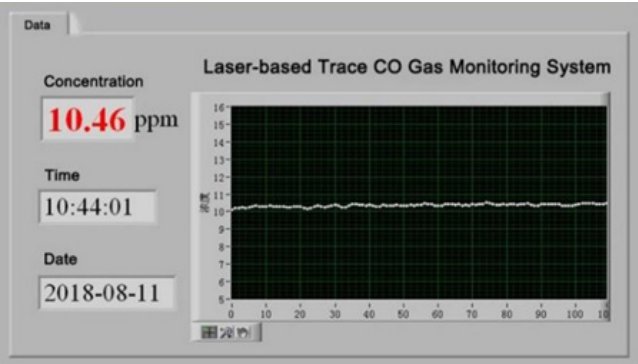


成果负责人	魏玉宾	职称 / 职务	研究员	手机	18660182568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

激光痕量一氧化碳气体分析仪

成果简介

针对一氧化碳气体高灵敏度检测及传感器件小型化的应用需求，基于可调谐激光吸收光谱技术，研发了新一代一氧化碳气体传感装置。该技术方案选取一氧化碳气体的特定吸收谱线，去除了环境中二氧化碳、氧气、水等气体的交叉干扰，能够对环境中的一氧化碳气体进行长期稳定在线监测。



核心技术及指标

1. 能够对 CO 气体浓度进行长期稳定在线监测；
2. 不受 CO₂、H₂O、O₂ 等环境气体的交叉干扰；
3. 测量精度高、灵敏度高 (±0.1ppm)；
4. 实时监控、趋势分析、有效预警；

产业上下游情况介绍，项目效益分析

可应用于大气监测、污染防治、气体安全监测预警、检测分析等环保、安全行业领域，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	魏玉宾	职称 / 职务	研究员	手机	18660182568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

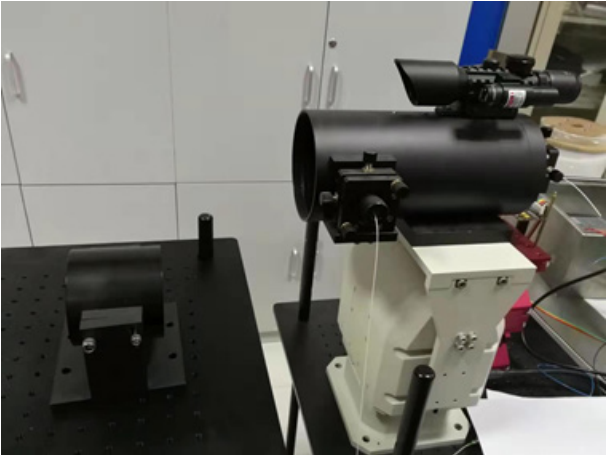
远距离激光甲烷遥测系统

成果简介

基于可调谐激光吸收光谱技术，研发了两种激光甲烷气体遥测系统。一种是采用回波反射式的手持式甲烷遥测系统，另一种是开路反射式可自适应瞄准的甲烷遥测系统。通过光学系统设计与集成、散射弱信号相干探测及降噪提取等相关技术的攻关，实现了甲烷气体浓度的远距离、超高精度检测分析。

核心技术及指标

1. 测量范围：0~50000 ppm•m，分辨率：20 ppm•m；
2. 能够对甲烷气体的浓度进行远距离检测分析；
3. 测量精度高，响应时间快，使用寿命长；
- 可搭载于无人机、汽车、船只等其它载体。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用矿山、管道等甲烷远距离检测，经济和社会效益显著。

知识产权情况

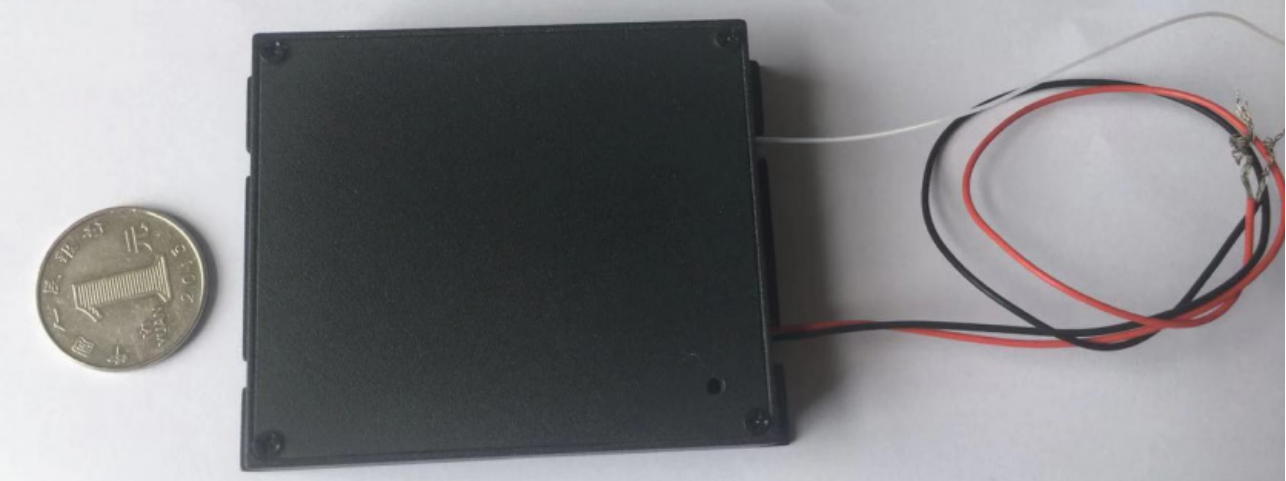
有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	魏玉宾	职称 / 职务	研究员	手机	18660182568
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

泵浦光源模块

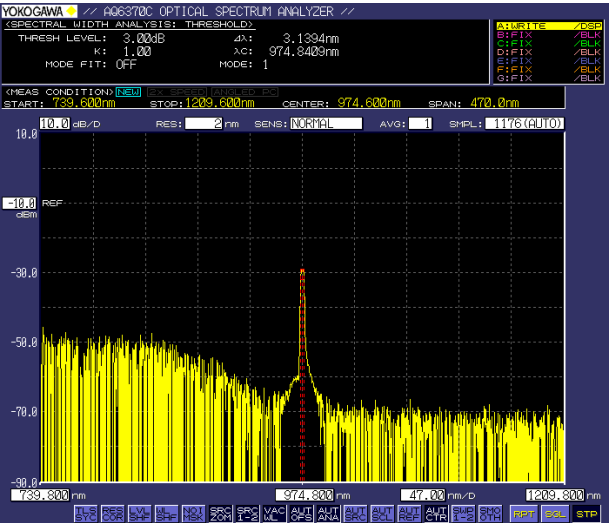
成果简介

该产品为低成本、单模高功率的泵浦光源，采用专业的电路设计（ACC 和 APC）和高精度高稳定的温控系统，保证了激光器能够高精度、高稳定性的工作。不同波长的激光器，可作为光纤激光器、光纤放大器、光纤传感等的理想泵浦光源。产品体积小，可以做成模块形式，便于用户集成。



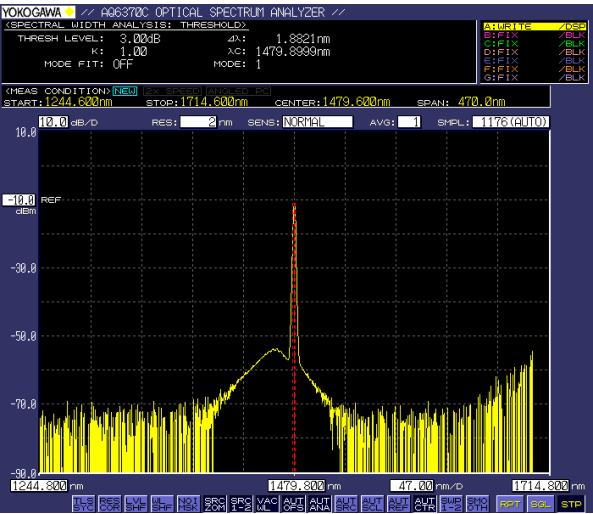
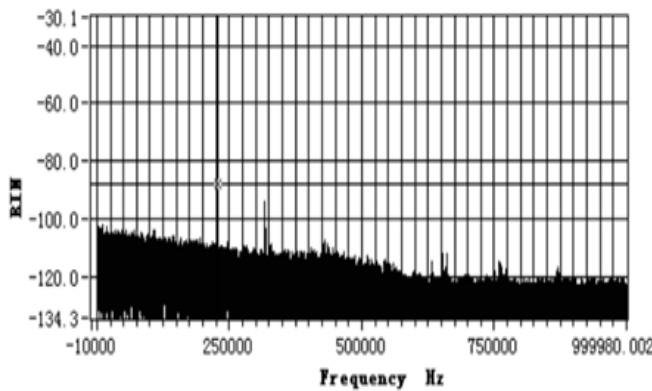
产品实物

核心技术及指标



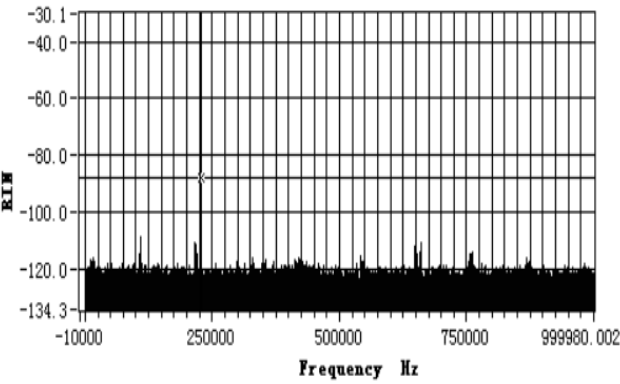
980 泵浦光谱和 RIN 频谱图

相对强度噪声 RIN 频域谱图



1480 泵浦光谱和 RIN 频谱图

相对强度噪声 RIN 频域谱图



产业上下游情况介绍，项目效益分析

为探测系统提供泵浦光源，市场潜力巨大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	吕京生	职称 / 职务	副研究员	手机	13869101310
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

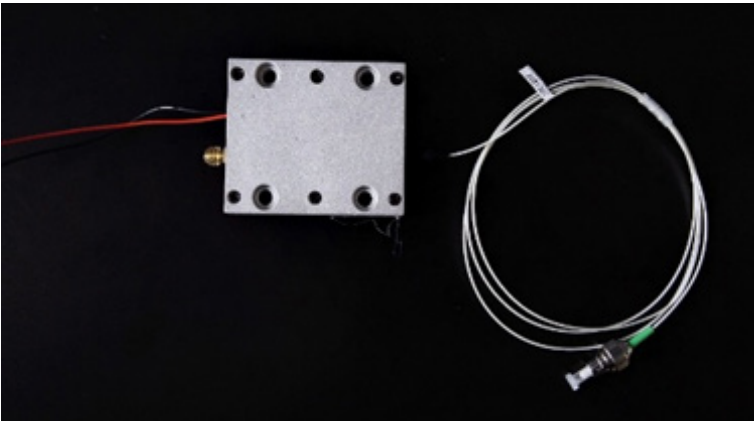
高灵敏度 PIN 光电探测器 PD200

成果简介

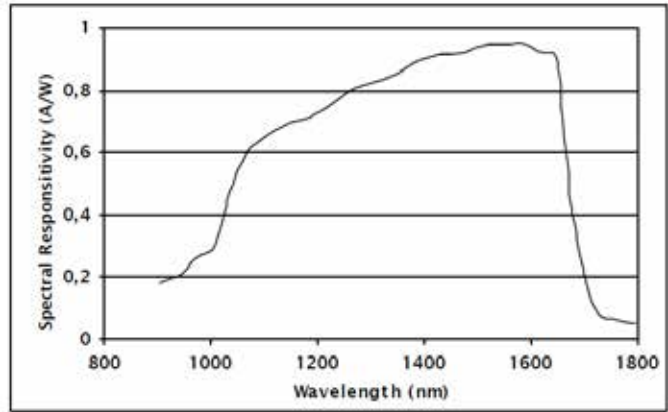
高灵敏 PIN 光电探测器 PD200，在探测最高达 250MHz 的微弱光信号时具有较高的信噪比。PD200 光电探测器具有一个光纤耦合接口，并集成有一个低噪声跨阻放大器。光纤接口 FC/APC，电源为两根线，红色接 +8V~+20V，黑色接地。电源的纹波会对探测器噪声产生影响，推荐使用线性电源。输出接口 SMA。

核心技术及指标

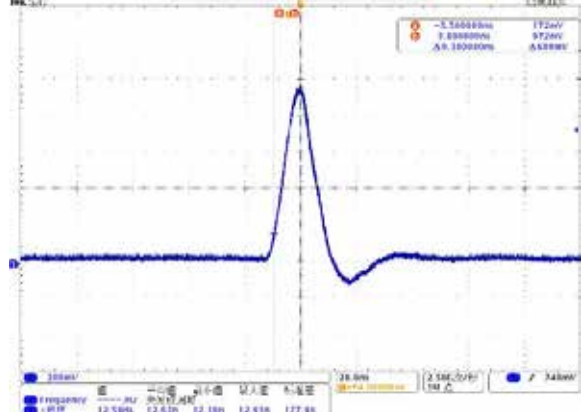
型号	PD200
光纤输入接口	FC/APC
电源电压	+8V~+20V
峰值功率	10mW
光谱范围	850~1650nm
-3Db 带宽	0~230MHz
上升时间	2ns
放大倍数	4×10 ³ V/W
噪声	-120dB
输出阻抗	50 Ω
外形尺寸	6cm*5cm*2cm
输出接口	SMA
输出耦合方式	DC



产品实物



探测器各波长的响应度



探测器对 20ns 脉宽光信号的响应

产业上下游情况介绍，项目效益分析

为光电探测装置提供高灵敏的探测器，市场应用前景广阔，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	吕京生	职称 / 职务	副研究员	手机	13869101310
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

特种光纤光栅

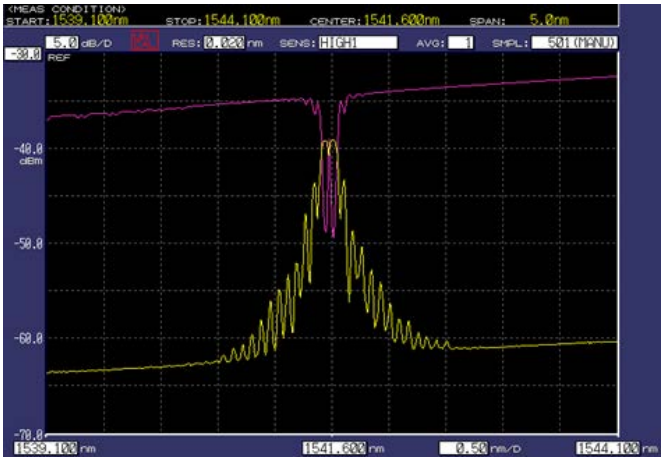
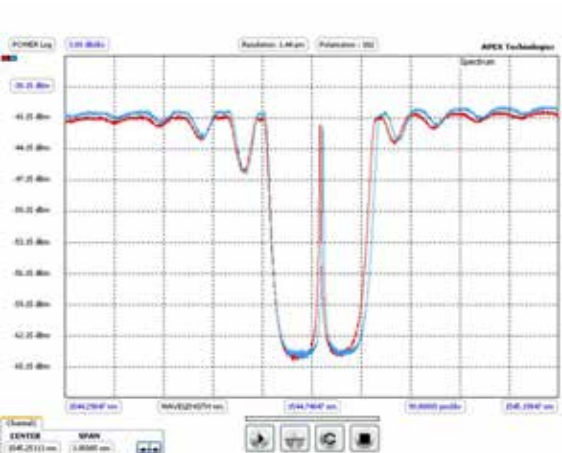
成果简介

采用国际先进的动态相位掩模板技术，建成基于大功率氩离子紫外激光器的智能化光纤光栅制作系统，实现了各种高品质光栅的批量化制作，满足各类传感器应用要求。

相移光纤光栅是在光纤光栅中引入相位不连续点，在光栅反射谱中产生一个极窄的透射窗口，随相移量的不同透射波长不同， π 相移光栅会在布拉格波长处打开透射窗口。采用扫描曝光和相位掩膜板移动法，可以精确控制相移位置和相移量，重复性和可靠性远优于遮挡法或二次曝光法。

核心技术及指标

名 称	单 位	参 数
中心波长	nm	1510-1580
光栅类型	--	切趾（可选）
相移量	--	0~2 π
相移位置		0.1L~0.9L（可定制多相移）
波长公差	nm	±0.2
栅区长度	mm	10-50 可定制
反射率	%	>90
3dB 带宽	nm	<0.3
再涂覆类型	--	丙烯酸酯/聚酰亚胺
抗拉力	kpsi	>100



相移光纤光栅谱及光谱示例

产业上下游情况介绍，项目效益分析

窄线宽光纤激光器的核心器件，市场需求量大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	吕京生	职称 / 职务	副研究员	手机	13869101310
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

单频窄线宽光纤激光器

成果简介

国产化分布反馈结构单频窄线宽光纤激光器（DFB-FL），激光输出保证稳定单一纵模，线宽小于 3k Hz，输出功率大于 10 mW。可定制多通道激光器阵列，通道数最多可达 40 道。

产品具有线宽窄、相位噪声低、功率稳定性好等特点，性能指标达到或超过国外同类产品水平，适用于分布式传感、干涉传感、相干通信、激光雷达等领域。

高功率版本单频激光器输出功率可达 10W。

脉冲型单频激光器脉宽 10ns~1000nS 可调，输出能量 10μJ。

核心技术及指标

激光波长（Wavelength）	1550.12 nm±0.1nm 或 ITU 波长（1530 ~ 1565 nm）
激光线宽（Linewidth）	< 3 kHz
信噪比（SNR）	> 55 dB
相对强度噪声（RIN）	< -100 dB/Hz @ 峰值频率；<-120dB/Hz @1MHz
弛豫振荡频率（ROF）	> 300 kHz
输出功率（Power）	>10mW（高功率版本 最大 10W）
功率稳定性（P Stability）*	< ±1 % (1 h)
波长稳定性 (WL Stability)*	0.3 pm (1 h)
波长调谐范围 (WL Range) **	λ_c -0.3nm ~ λ_c +0.1nm (λ_c 为激光器中心波长)
偏振性（Polarization）	自由偏振或线偏振 ***（PER>23dB）
工作温度（Working tem）****	-10~50℃
输出尾纤（Pigtail）	FC/APC SM 单模光纤或 PM1550 保偏光纤 0.8m
产品尺寸（Size）	145*70*20（保偏），120*70*20mm ³ ，台式
供电接口（Electrical Con)	15EDG-3.81mm 2P 直插
通信接口（Com Con)	RS232 串口 (9 pins)

产业上下游情况介绍，项目效益分析

光纤分布式探测器、光纤水听器等探测系统的核心器件，市场需求量大，经济效益和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	祁海峰	职称 / 职务	研究员	手机	15966311674
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

分布式光纤振动监测系统

成果简介

LIDVS 系列分布式光纤振动监测系统通过采集光在光纤光缆中的后向瑞利散射信号，实时获取整条光缆沿线分布的振动信息，可实现事件精确定位、多事件同时报警、事件类型准确识别、个性化分区配置、地图展示等多个功能，广泛应用于城市管网、油气管线、综合管廊、通信 / 输电线路等的安全监测和定位，以及机场围界、园区周界、监狱围墙等重要区域的周界入侵安全防护。

核心技术及指标

产品型号	LIDVS-S	LIDVS-P	LIDVS-M
光纤类型		9/125μm 单模光纤	
产品尺寸	D430 × W430 × H45 (mm)	D100 × W380 × H300 (mm)	D178 × W259 × H128 (mm)
安装形式	机柜式	便携式	插卡式
测量通道数	2	1	2
测量距离		10, 20, 40 km/ 通道	
空间分辨率		2, 4, 6, 8, 10 m	
频响范围		1 ~ 3000 Hz	
报警类型		事件、分区、断纤、防拆	
模式识别	支持		支持
最小可探测应变	1.14με	1.14με	1.61με
工作环境		0℃ ~ 50℃	
通讯接口	Ethernet TCP/IP, RS232/485, MQTT	Ethernet TCP/IP, RS232/485, MQTT	Ethernet TCP/IP, RS232/485, MQTT, PXI-E, PCI-E
功耗	50W	35W	40W
供电	220VAC	220VAC, 内置电池	12VDC

系统优势	长测量距离	高识别准确率	自动警报触发
	高空间分辨率	抗电磁干扰	智能移动终端
	宽频响范围	多重数据分析	

产业上下游情况介绍，项目效益分析

工程应用	城市智能管网	管线盗挖预警	光缆健康监测
	信息管线监控	矿难救援定位	围栏安全防护
	电力系统监控	管道泄漏监测	

知识产权情况

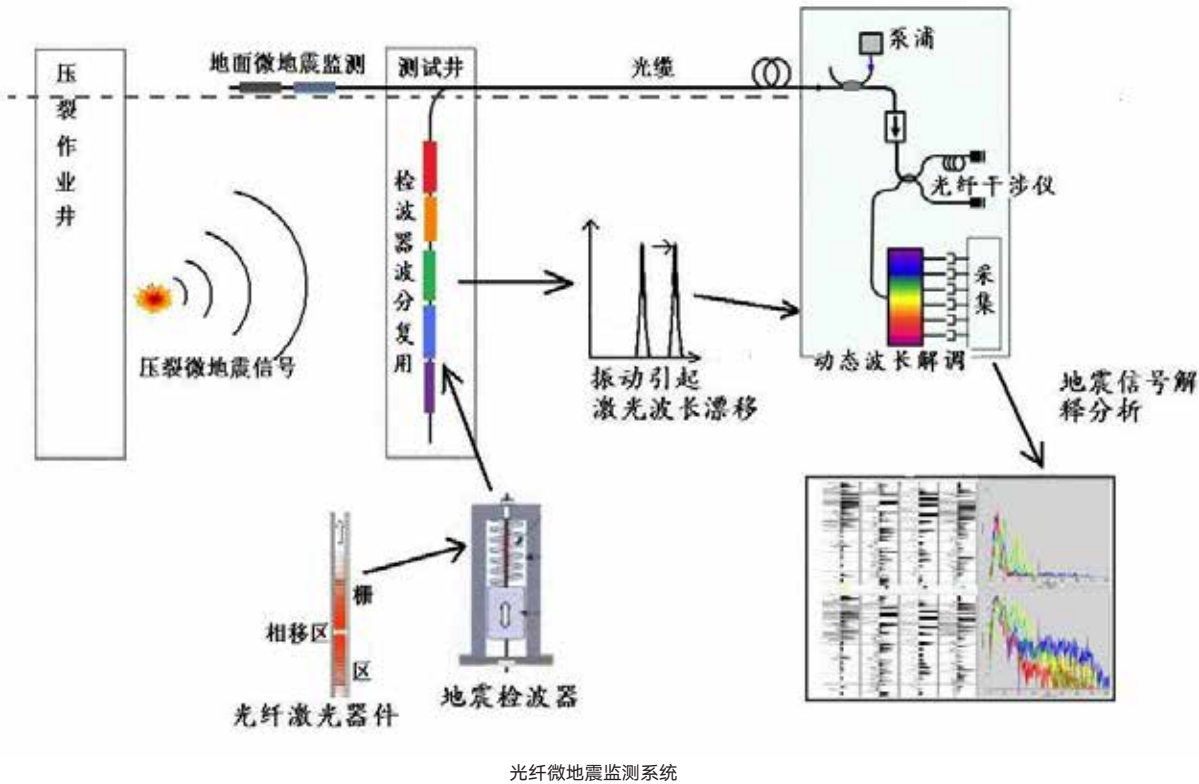
有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	尚盈	职称 / 职务	研究员	手机	15069061926
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

光纤地震检波器技术及应用

成果简介

光纤地震检波器具有灵敏度高、频带宽、高频响应好、井下无源，耐腐蚀、耐高温的优势，是地震检波器技术的发展方向，在非常规油气压裂微地震监测等应用中具有广阔的应用前景。



核心技术及指标

1. 具有更高的灵敏度
2. 具有更好的高频响应特性
3. 可实现多通道、大数据量、高速传输
4. 前端没有电子元件，更高的可靠性
5. 耐高温高压
6. 无需供电，防水耐腐蚀，可长期布放
7. 抗电磁干扰，通道串扰小

产业上下游情况介绍，项目效益分析

通过和中石化地球物理公司和中电 23 所合作，先后开展了多次野外和实验室对比测试，取得了良好的试验效果，获得了包括中石油、中石化等行业的高度认可。首次在国内利用光纤检波器得到了地震剖面图，光纤检波器灵敏度高、频带宽、高频响应好的优势得到验证，这一优势对微地震信号采集至关重要。广泛应用于压裂微地震监测、垂直地震剖面（VSP）、入侵检测。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	吕京生	职称 / 职务	副研究员	手机	13869101310
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

光纤油井高温高压监测技术

成果简介

光纤油井高温高压监测技术是采用光纤光栅和光纤 F-P 腔原理研制的全光纤的井下温度压力监测技术，和传统的电子类传感器相比，具有耐高温、耐腐蚀、长期稳定、数据实时等优点。实时在线的了解油气井井下的温度压力信息，对于优化油生产工艺、指导采油生产具有重要的意义。

主要优点：固定式永久监测，智能完井的首选技术；可多点串联，能够实现分层监测；耐高温高压，耐温级别可达 200 度以上；井下不含有任何电子元器件，不受电磁干扰。

核心技术及指标

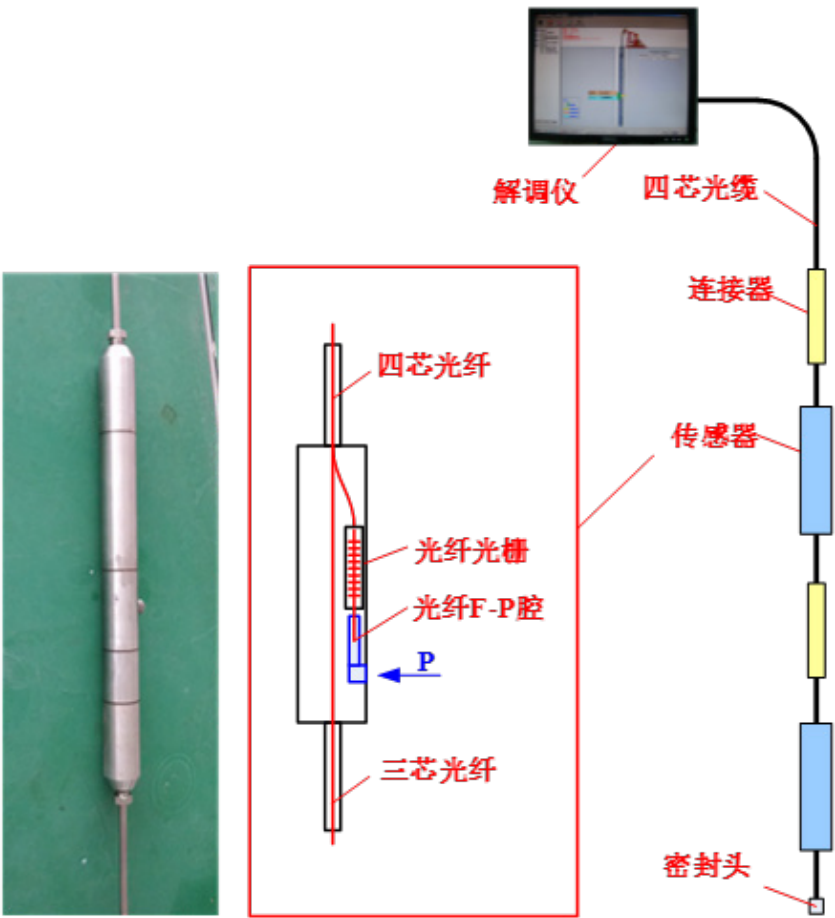
- 温度范围：-10~200℃
- 温度测试精度：±0.2℃
- 压力量程：0~15000psi
- 压力测试精度：±3psi
- 压力分辨力：0.1psi

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于烟草、武器炸药存储、化工及农产品储存等行业领域的温湿度监测。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干



成果负责人	吕京生	职称 / 职务	副研究员	手机	13869101310
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

隔爆型炼化厂区管道壁厚电磁超声在线检测系统

成果简介

针对目前我国石油炼化企业油气管道的安全服役及智能监测亟需，将若干 EMAT 传感器分散安装于一定区域内的油气管道管壁，对该区域内的管道进行全面监控，并通过无线方式传输状态数据，形成状态监测无线传感网络。各无线传感网络将状态数据传输至与云端相连的网关，将状态数据实时传输到云端，在云端对海量数据进行存储和分析，构成完整的云在线实时监测物联网系统，以实现大范围、跨区域甚至跨地区的输油气管网状态在线监测、预警功能。

核心技术及指标

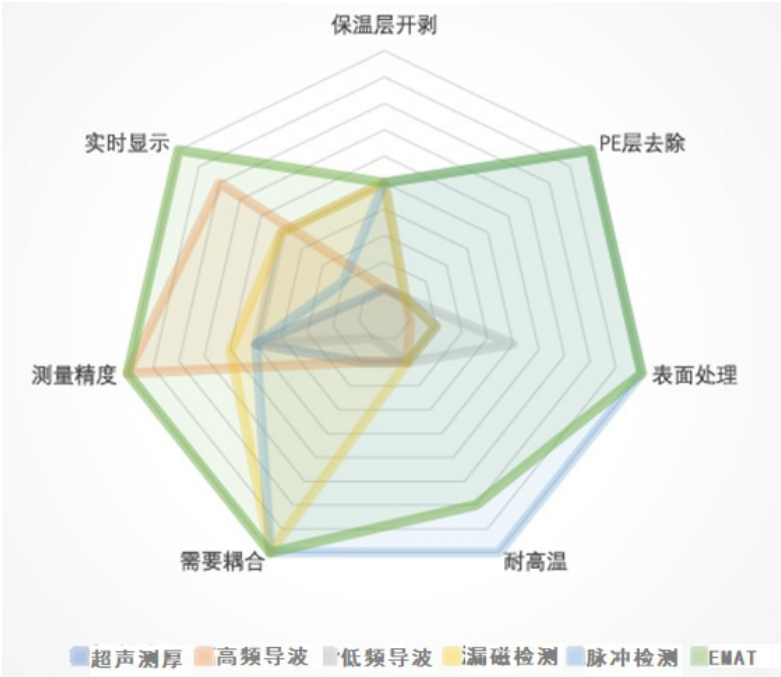
类别	国外技术或产品	国内技术或产品	本项目产品
耦合方式	EMAT，无需耦合	大多数为压电探头，需要水等耦合剂	EMAT，无需耦合剂
是否需要接触被测件	不需要	需要	不需要
探头提高距离	2～3mm	接触被测工件	3～5mm
测厚范围	6～100mm	1～200mm	4～100mm
检测分辨率	0.1mm	0.01mm	0.1mm
数据传输模式	线缆	线缆	无线或有线
云计算智能网络监测	否	否	是
是否需要破坏被测件表面	不需要	需要	不需要
是否按国家防爆标准设计并通过防爆测试	否	否	是



隔爆式电磁超声管道厚度检测装置



新技术新产品创新奖



本 EMAT 检测系统与其他检测技术对比

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目产品现已在中石化、中海油等多个石化园区进行应用推广，周期超过一年，设备运行稳定，结果及时准确，客户反馈满意。目前，已经完成认证的隔爆式电磁超声管道厚度检测仪模块化和标准化，实现大批量生产，同时根据客户需求，定制或者升级隔爆式电磁超声产品，实现柔性生产。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	郭锐	职称 / 职务	副研究员	手机	15508617836
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

激光－电磁超声检测系统

成果简介

随着航空航天、核电以及高铁运输等领域的飞速发展，复杂（高温、高压、腐蚀、辐射和高速运转）环境下钢材材料缺陷检测和失效预防的需求日益突出，是当今国际无损检测研究领域共同面对的技术难题。

山东省科学院激光研究所无损检测团队，在复杂环境下的无损检测研究方向经过多年深入研究，提出了一种混合式的激光－电磁超声检测技术，并从装备研制和检测方法两个层次取得了创新性成果。研制出多种型号的激光－电磁超声无损检测系统，该系统兼有激光超声技术和电磁超声的技术优点，特别适用于复杂环境下钢材材料的缺陷检测、质量控制和失效评估，如高温连铸坯的在线检测以及铁路钢轨缺陷的动态高速检测等。

核心技术及指标

目前该成果整体技术以及核心技术已经进行成果转化和市场推广，先后获得了济宁市科技进步一等奖、山东省技术市场科技金桥奖，中国光学工程学会科技进步二等奖和山东省机械工业学会科技进步二等奖，在美国斯坦福大学和中国中车青岛四方公司联合举办的“第一届轨道交通结构健康监测国际会议”上，获得大会最佳论文奖，在第三届电气电子及计算机国际会议做大会特邀报告，在第十一届石油天然气管道安全国际会议做大会特邀报告并获得大会优秀论文一等奖。



自主研发的激光-电磁超声检测系统

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用钢轨、火车车轮、连铸坯等复杂、恶劣环境环境下检测，市场需求量大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	陈建伟	职称 / 职务	副研究员	手机	15820001918
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

全自动激光超声扫描成像系统

成果简介

该系统能够在工件中激励超声波，利用电磁超声传感器接收超声波，从而实现激光超声的非接触式检测。基于互译原理，固定接收传感器，激励超声的光斑轨迹则可以根据需求进行规划。具有非接触式、检测速度快、分辨率高、可实现成像等特点。

核心技术及指标

激光器参数

脉宽：6-8ns，重复频率：最大 20Hz（1-20Hz 连续可调），单脉冲能量可调，最大单脉冲能量：100mJ

激光控制：手动单 / 连续脉冲（通过按钮盒设置），程序控制单 / 多 / 连续脉冲（通过软件界面输入）

平面扫描范围：平面扫描范围：≤ 250mm×250mm（平板工件垂直摆放）

红光指示功能：在扫描之前依据红光规划扫描区域，能够以左上角的红光位置为相对坐标系的零点，进行坐标系的统一

扫描模式

矩阵栅格扫描、随机或者指定点扫描（支持 dwg 或 dxf 格式导入）可根据程序设置，自动避开传感器位置，扫描速度可调其中基本的扫描模式：

平板工件为等间距扫描，曲面工件为等弧长扫描

扫描光斑

光斑直径：0.5-2mm 连续可调，尺寸误差：≤ ±0.06mm，

位置误差：≤ ±0.1mm。调节光斑大小时激光器为恒能量输出。

扫描分辨率：≥ 1mm

扫描速度：10 个点 / 秒（MAX），每点激光辐照 1 次，最小点间距 2mm

系统软件界面含扫描相关参数设置，扫描轨迹实时显示和记录窗口

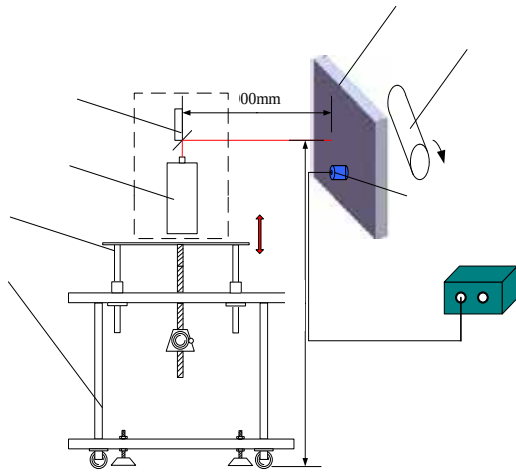
超声波数据采集系统指标

采样精度：14 位，采样点数：16384 个，采样频率：80 MHz，

有效信号的采样时间长度：16000×(1/80MHz)=200 us，通道数量：4 个，

模拟信号、触发信号为 SMA 接口，通过 100M 网口与上位机通讯，支持超声波原始数据导出

快速定位参考：系统中设置高精度测距仪，快速确定振镜与工件的距离



自主研发的全自动激光超声扫描成像系统



产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于金属材料激光超声缺陷检测、激光超声成像等实验和应用，市场需求大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	马健	职称 / 职务	副研究员	手机	15098740367
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

列车轮对电磁超声在线检测系统

成果简介

高速运行的列车，需要非常严格的检测措施及安全防护。火车车轮是保证列车安全运行极其重要的部件，起着承重和导向的作用。车轮主要危害性缺陷类型为辗裂和车轮径向裂损，该缺陷的产生将导致崩轮、切轴，甚至造成列车颠覆。此外，火车在运行过程中，车轮踏面承受着垂向力、制动热负荷、轮轨接触应力、转弯时横向力等荷载，容易产生裂纹、剥离等缺陷。所以，为保证列车的安全运行，需要对火车车轮轮辋及踏面进行有效检测。

目前，列车检修段推广应用了压电检测系统，对耦合系统有着苛刻的要求。一般的检修段内存在大量的调车工作，列车频繁启动及刹车极易导致压电换能器损坏。此外在我国的北方地区，有较长的时间环境温度处于冰点以下，更加限制了这一系统的推广应用。

核心技术及指标

1. 仪器的发射频率：1.5MHz~3.5MHz；
2. 踏面滚动圆下方大于 50mm（长）×25mm（宽）面积型缺陷有效检出；
3. 踏面滚动圆位置大于 6mm（深）×40mm（长）裂纹型缺陷有效检测；
4. 最高检测速度：15km/h；
5. 漏检率：≤ 2%
6. 工作温度范围：-25℃ ~60℃；

产业上下游情况介绍，项目效益分析

电磁超声检测技术的原理是利用电磁耦合方法激励和接收超声波，与传统的超声检测技术相比，具有对材料表面要求较低、不需要耦合剂、适合高温环境下检测使用的优点，可广泛应用于表面含有油漆、锈蚀层、粉尘、沙砾等工件的检测而越来越受到人们的关注和重视。依托与中国铁道科学研究院集团有限公司的长期合作，项目团队研发出了列车轮对电磁超声在线检测系统，在神华集团神木北站货运线及杭海城际铁路客运段运行状态良好。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干



列车轮对电磁超声在线检测系统



成果负责人	马健	职称 / 职务	副研究员	手机	15098740367
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

精密光学影像测量系统

成果简介

- 配置自主研发的双远心镜头，可消除段差焦距、畸变等问题，实现全尺寸精确测量；
- 配置高分辨率工业 CCD，超大景深，保证边缘部位测量数据的一致性；
- 自主研发的测量软件，实现高精度测量，可一键即可测量全部尺寸，大幅缩短测量时间；
- 产品随意摆放，只要产品进入测量视场内即可测量；
- 实现对测量结果进行 SPC 分析，可以一键输出检测报告。

核心技术及指标

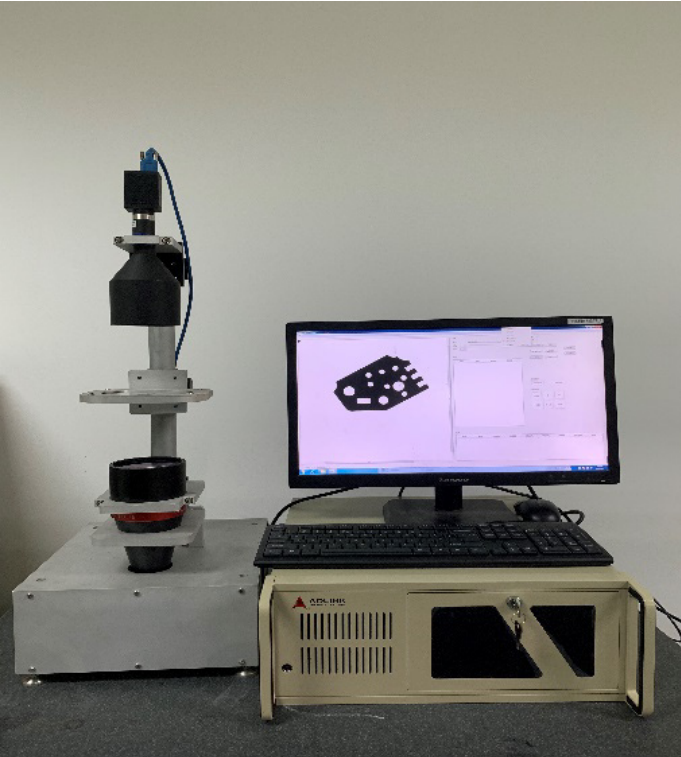
- 测量视场：40mm*60mm
- 测量精度：5um
- 测量速度：8000 幅 / 小时

产业上下游情况介绍，项目效益分析

- 适用于测量对象: 手机面板、五金件、冲压件、微型电路板、小型非标零件等。
- 测量元素：
- 长（宽）度、孔距、间距、圆弧、直（半）径、角度等

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干



成果负责人	王晓飞	职称 / 职务	副研究员	手机	18668997692
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

BGA/QFP 集成电路封装检测设备

成果简介

根据市场需求，针对 BGA/QFP 集成电路封装检测关键技术进行研究，用光学硬件设计来消除图像透视误差和图像畸变问题，实现 BGA/QFP 封装过程中的位置、尺寸、缺陷等参数测量，并使用三维测量技术实现 BGA/QFP 封装过程中的高度及共面性等三维信息的测量，精度均达微米级。

核心技术及指标

可测量 BGA 封装焊球高度、直径和间距等关键参数，精度 5 微米

可测量 QFP 封装管角尺寸和间距等关键参数，精度 5 微米

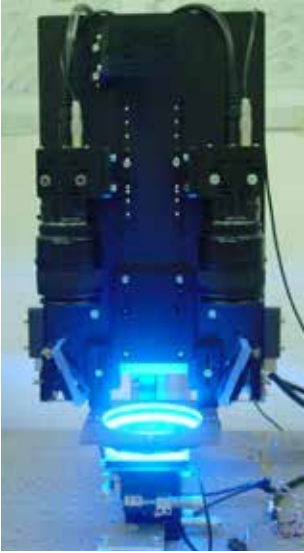
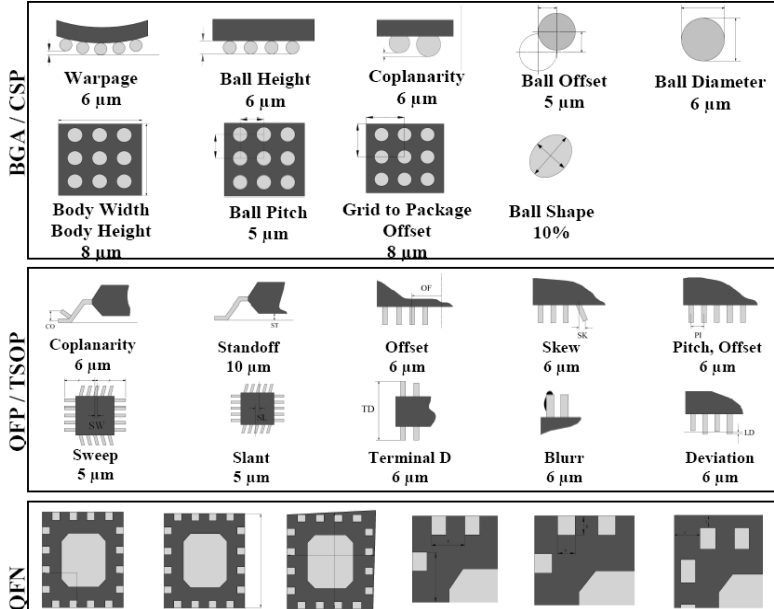
成熟度：调试阶段

产业上下游情况介绍，项目效益分析

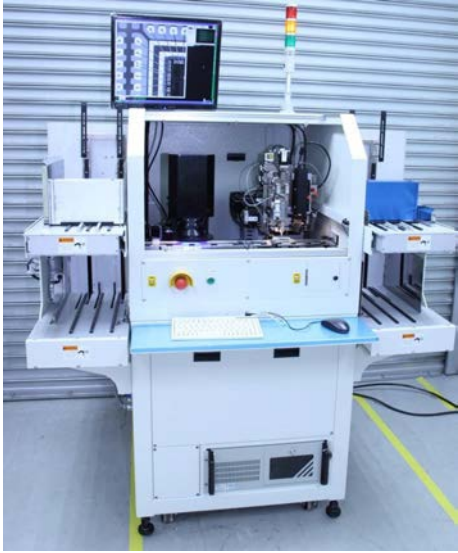
适用于集成电路封装设备的检测，市场需求量巨大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干



3D 检测系统照片



样机照片

成果负责人	王晓飞	职称 / 职务	副研究员	手机	18668997692
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

等离子纳米金属粒子制备及重金属废水深度处理技术

成果简介

重金属废水深度处理是目前水处理领域重点难点之一，传统方法往往以化学法为主，配合沉淀、压滤等工艺环节，污染物处理率较低，不适用于低浓度废水深度处理，且沉淀量大，易造成二次污染，无法满足采矿、冶金、电镀等行业重金属污染废水的深度处理要求。低温等离子体纳米金属粒子制备及重金属污染废水深度处理技术，其核心在于用大功率脉冲电源激发低温等离子体液相放电制备纳米金属粒子。纳米金属粒子材料属于高效环保材料，具有强吸附和还原能力，制备过程在水中完成，高效分散避免纳米粒子团聚问题，纳米粒子与污染物充分接触，反应速度快、效率高。



纳米金属粒子制备系统



含砷废水深度处理示范平台



镍离子废水深度处理示范平台

核心技术及指标

纳米金属粒子制备成本低；原位生成，避免收集运输过程中的团聚问题；污泥渣量少，实现固废减量化；贵金属可回收；实现系统模块化，根据废水量设计处理负荷，节约投资成本。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

已掌握核心设备大功率脉冲电源和低温等离子体反应器全套技术，并针对不同重金属污染物废水，如砷（As）、镍（Ni）、铬（Cr）、铅（Pb）等进行水处理试验。处理后，上述污染物浓度均低于国家及相关行业的排放标准。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	王国庆	职称 / 职务	副研究员	手机	13305375111
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

大气等离子体表面处理技术及应用

成果简介

大气等离子表面处理技术作为一种清洁、简便、快速、节能的加工方式，在天然和化学纤维改性中得到广泛应用。

核心技术及指标

1. 能够解决传统染色时间较长，染色温度较高，耗能大，对纤维损伤大等问题。
2. 低温等离子体中的高能活性粒子与纤维表面作用，发生表面处理、接枝聚合等反应，能够改善织物的染色性能和润湿性。
3. 通过纤维表面改性，改变纤维表面的物理形态和化学组成，从而改善纤维的染色性能。
4. 同时利用低温等离子体表面处理的刻蚀作用，能够使纺织品表面粗糙化，减少对光的表面反射，增加对染料的吸收，提高染色织物的表观深度和染色浓度。



大气等离子体表面处理系统

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于主要应用于纺织、服装领域中，市场需求量大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	王国庆	职称 / 职务	副研究员	手机	13305375111
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

伺服冲压装备电气系统集成

成果简介

压力机是金属成形的重要工业母机，应用于各行各业板材加工。伺服压力机是国际压力机行业的最新发展趋势，代表了一个国家金属成形行业的水平。激光所压力机项目组针对关键技术被国外垄断、伺服控制系统成本高等问题，开展伺服压力机智能化关键技术研究及产业化应用，助力国家产业升级。激光所已形成伺服压力机单机和生产线成套装备电气系统集成能力，完成了 20 余个伺服压力机和全自动生产线集成项目。

核心技术及指标

1. 定程控制精度优于 0.1 毫米，定压控制精度优于 5%；
2. 多种冲压模式：曲柄、连杆、软式、脉冲、程序、摆动、刻印和反复模式；
3. 在线空料和双料检测；
4. 在线下死点自动补偿；
5. 冲压曲线库可保存几百个用户自定义曲线；
6. 生产数据实时保存和远程传输；
7. 故障自诊断；
8. 设备维护自动提醒；
9. 提供工业云服务，可实现远程数据、视频、音频传输，进行工作现场远程监控；



产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于烟重载压力机、伺服压力机等装备，市场需求量巨大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	高建波	职称 / 职务	研究员	手机	15853725157
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

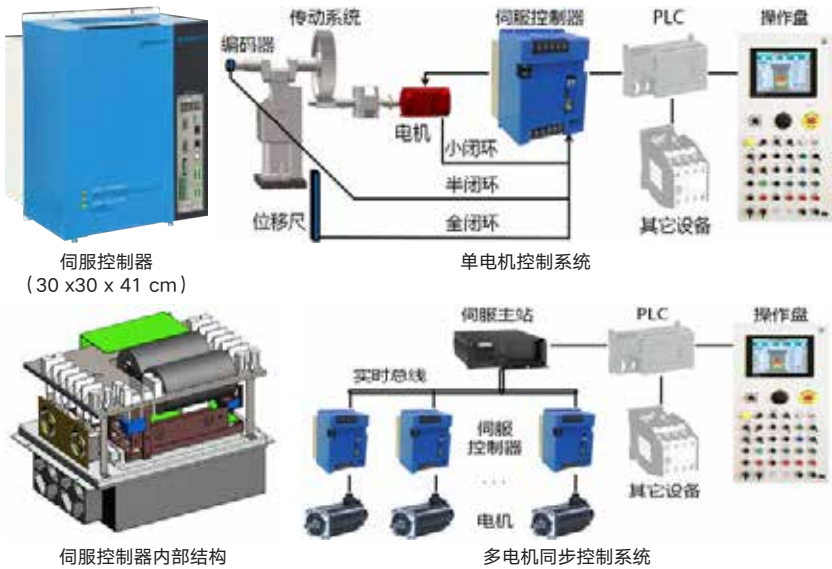
伺服冲压装备伺服控制系统

成果简介

压力机是金属成形的重要工业母机，应用于各行各业板材加工。伺服压力机是国际压力机行业的最新发展趋势，代表了一个国家金属成形行业的水平。激光所压力机项目组针对关键技术被国外垄断、伺服控制系统成本高的问题，开展伺服压力机高性价比伺服控制系统产业化研发，推动伺服冲压装备普及，助力国家产业升级。

核心技术及指标

1. 具备完整伺服冲压控制逻辑，友好的触摸屏用户接口；
2. 自动生成任意平滑冲压曲线，位置控制精度优于 0.1 mm，压力控制精度优于 5%；
3. 无限时位置和压力保持；
4. 控制器单模块额定功率 132kW，输出电流最大 3 倍过载；
5. 可驱动电机类型：永磁同步、感应异步、磁阻同步；
6. 电机控制算法：磁场定向控制、模型预测控制；
7. 多控制器并联同步驱动最多 64 台电机，最大额定输出功率 8.4 MW；
8. 具有逆变回馈功能，最大回馈功率 8.4 MW；
9. 提供高速工业以太网 EtherCAT、CAN、RS485 总线；
10. 内嵌任意冲压曲线插补算法；
11. 控制系统具备安全功能；
12. 具备故障自诊断和远程监控功能；



产业上下游情况介绍，项目效益分析

应用于各行各业板材加工、机身冲压等领域，市场需求量巨大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	高建波	职称 / 职务	研究员	手机	15853725157
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

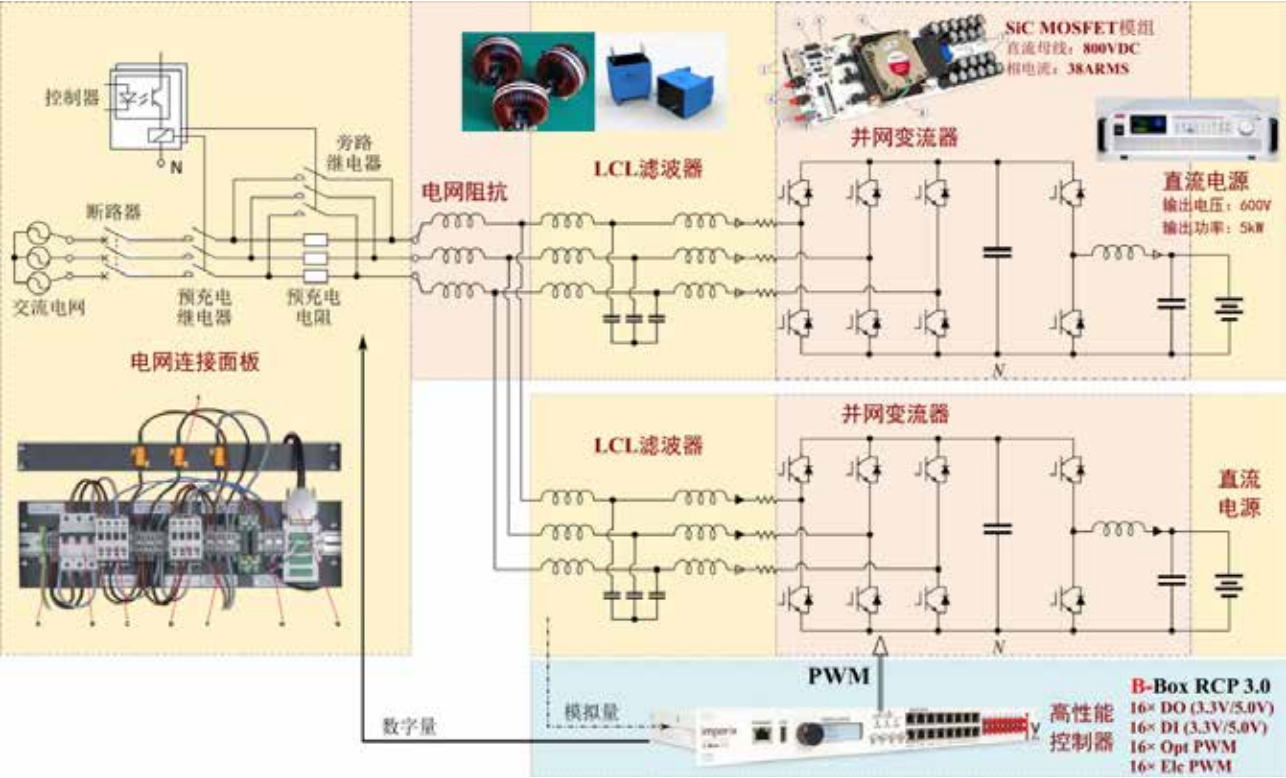
低压直流配电核心变流装备

成果简介

低压直流配电系统融合“光储直柔”技术，是发、储、用一体化的供用电系统，其在能效、安全性和经济性方面优势显著，在建筑、园区等场景应用前景广阔。电力电子变流装备连接交流电网、直流母线和用电设施，是实现低压直流配电系统中电压变换及柔性负荷接入的关键装备,是完成功率控制的底层执行机构。同时,多种分布式电源和柔性负荷通过 DC-DC 变换器接入直流母线,构成变换器集群网络,实现“源-荷”能量交互。因此，低压直流配电系统核心装备的可靠运行直接决定供电系统的供电连续性、稳定性、电能质量等关键技术指标。

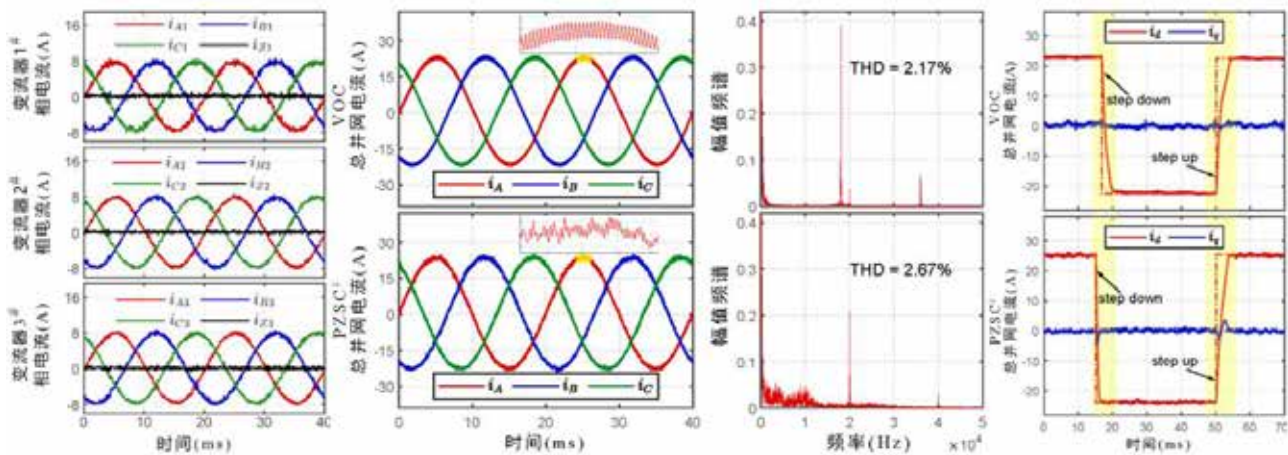
核心技术及指标

1. 提出了鲁棒有源阻尼技术，可实现有源前端变换器稳定、可靠接入高比例新能源、高电力电子设备的弱电网；
2. 提出了低压直流配电用有源前端变换器鲁棒预测控制技术，在额定电压和 20% - 100% 额定功率下，直流母线电压纹波的峰峰值系数小于等于 1.5%，有效值系数小于等于 1.0%；
3. 提出了低压直流配电用有源前端变换器多机并联环流抑制技术，零序环流有效值小于等于电网侧额定电流有效值的 2%；
4. 提出了分布式多机协同控制技术，直流母线分布式电源功率分配精度需满足：满载时，功率不平衡度小于等于 5%；半载时，功率不平衡度小于等于 10%；





低压直流配电用有源前端变换器及 DC-DC 产品样机



有源前端变换器并联：所提先进控制策略与传统方法的对比实验数据

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于电力电子变流装备连接交流电网、直流母线和用电设施，市场需求量大，经济效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	高建波	职称 / 职务	研究员	手机	15853725157
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

分布式光纤声波监测系统

成果简介

LIDAS 分布式光纤声波监测系统利用 φ -OTDR 原理和高相干背向瑞利散射光空间差分干涉技术，强调进一步实现对快速可变的外声波信号频率、相位、振幅和位置的实时解调，实现声场还原“全”“快”“准”的要求，性能指标已达到国际先进水平。同时，针对不同应用场景进行不同类别的声纹智能分析，作为精确识别与误报率控制的核心依据，特别适用于地震勘探、水下目标追踪、电缆舞动、管道流量测量、军事国安等领域。

核心技术及指标

技术指标		空间分辨率	
产品型号	LIDAS	频响范围	1, 5, 10 m
光纤类型	9/125μm 单模光纤	本底噪声	0.1Hz ~ 20kHz
产品尺寸	D470 × W440 × H110 (mm)	动态范围	0.7 pε/√Hz
安装形式	主机式、便携式	存储容量	110 dB
测量通道数	2	工作环境	不小于1.5TB (可扩展)
测量距离	80 km	通讯接口	-10℃ ~ 45℃
空间采样间隔	最小0.1m	功耗	Ethernet TCP/IP, RS232/485, MQTT
			220V 70W



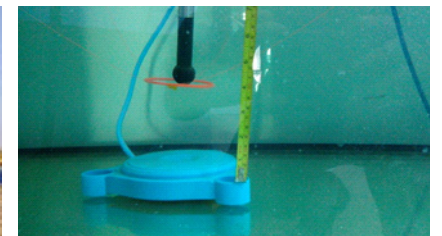
产业上下游情况介绍，项目效益分析



管网



勘探



水声



煤矿



舞动



边境

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	尚盈	职称 / 职务	研究员	手机	15069061926
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

光纤激光式声波管道泄漏监测系统

成果简介

光纤激光式声波管道泄漏监测系统基于单频、窄线宽和低噪声光纤分布反馈激光器（DFB-FL），在油气管道上相隔一定距离 L 安装两个光纤声波传感器（管壁或管内声波传感器），当在两个传感器之间的管道上有泄漏时，管道内介质压力平衡被打破，造成管道内流体弹性力量释放，流体向外泄漏与管壁摩擦产生声波信号，声波信号沿管壁和管道内流体向两侧传播，到达安装在管壁和管内的声波传感器，通过光纤传给光纤信号解调仪解调出声波信号，再通过光纤发送到数据算法服务器，利用模式识别和人工智能技术，实时甄别和分析声波信号，确定是否发生泄漏；最后根据声波信号到达两端声波传感器的时间差，进一步计算出泄漏发生的具体位置。

核心技术及指标

产品名称	技术参数名称	技术指标参数
管壁安装声传感器	频响范围	5~1500Hz
	最小可探测声压	0.05Pa
	动态范围	≥130dB
	工作温度	-40℃~+60℃
	尺寸（长×宽×高）	100mm×28mm×25mm
管内安装声传感器	频响范围	2~8000Hz
	最小可探测声压	0.03Pa
	耐压	≤10MPa
	动态范围	≥130dB
	工作温度	-40℃~+60℃
光纤激光声波解调仪	支持通道	4 通道（可拓展至 16 通道）
	相位分辨率	≤10μrad
	工作温度	-40℃~+60℃
整体系统	灵敏度	最小可检测泄漏孔径 4mm
	定位误差	≤50m

- 灵敏度高，频响特性好；
- 监测距离长，动态范围大；
- 抗电磁干扰与信号串扰能力强；
- 易于复用组阵；
- 介质内无有源电子设备，信号传感与传输一体化；
- 体积小、重量轻、安装方便。



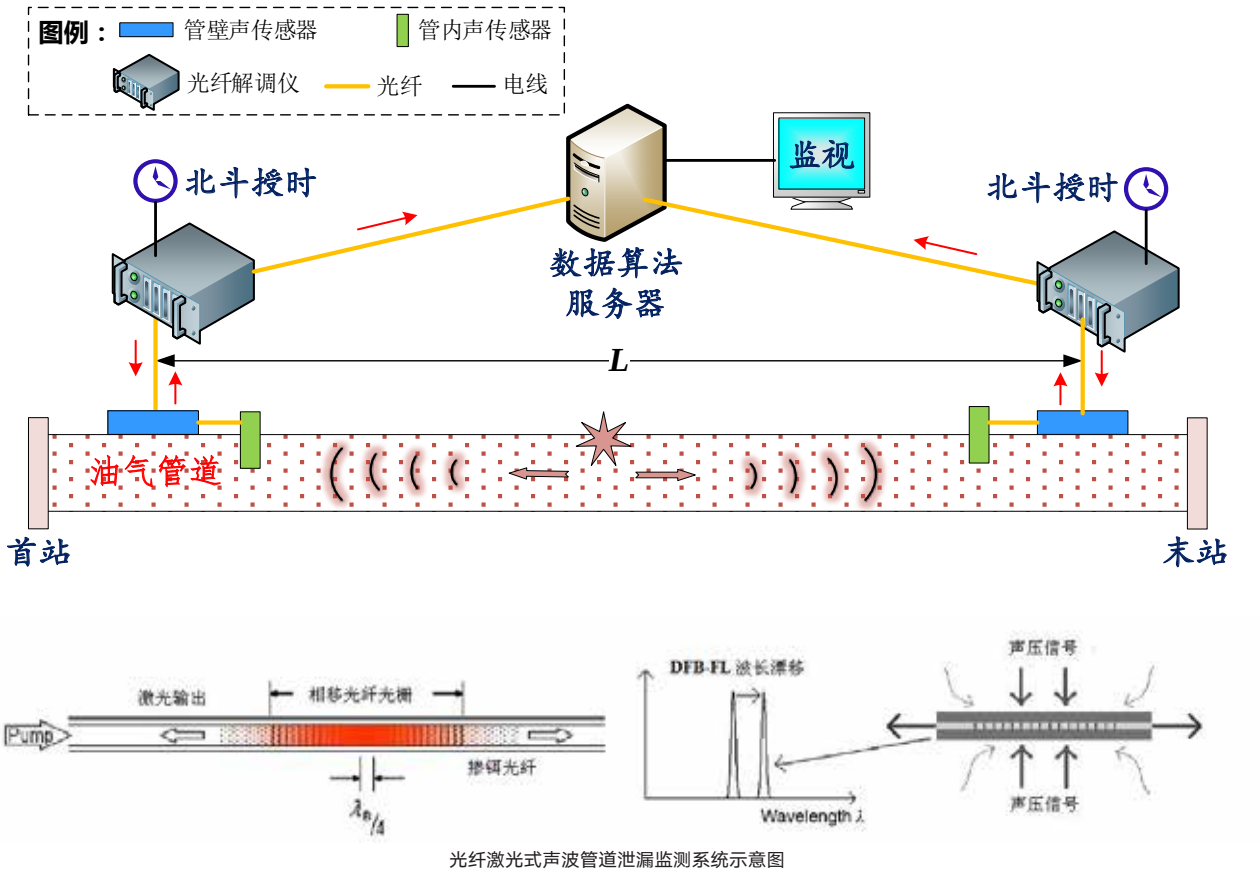
光纤激光管壁声波传感器



光纤激光管内声波传感器



光纤激光声波解调仪



光纤激光式声波管道泄漏监测系统示意图

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于天然气管道，石油管道，热力管道，自来水管道路等，市场需求量大，经济效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	赵庆超	职称 / 职务	副研究员	手机	15205416780
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

连续多模光纤激光器

成果简介

该系列产品由多个单模激光模块经过激光合束，实现大功率多模激光输出。具有电光转换效率高、光束质量好、能量密度高、调制频率宽、可靠性强、寿命长、运行免维护等优点，可广泛应用于焊接、精密切割、熔覆、表面处理、3D 打印等领域。其光纤输出特征，使其更易于与机器人集成为柔性制造装备，满足三维加工的需求。

核心技术及指标

规格项	规格			
型号	FL-MM-CW2kW	FL-MM-CW4kW	FL-MM-CW8kW	FL-MM-CW10kW
激光波长 (nm)	1080 ± 5			
工作模式	连续			
额定功率 (kW)	2	4	8	10
调制频率 (kHz)	0-5			
功率波动 (%)	<2			
光纤纤芯 (μm)	100（可定制）			
光束质量 (mm* mrad)	5			
光电效率 (%)	>30%			
工作电压 (V)	220/380VAC			
工作温度 (℃)	0 ~ 50			
最大功耗 (kW)	6	13	26	33
冷却方式	水冷			



多模光纤激光器

产业上下游情况介绍，项目效益分析

集高功率、轻巧体积、人性化操控、优质光束质量、高光转换效率于一体，用于碳钢、不锈钢、黄铜、铝各类厚板材料快速切割，激光切割频率高、切割面光洁度高。可满足精密加工要求，3C 产品焊接、高反材料切割。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	15605372986
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

准连续光纤激光器

成果简介

本产品型号为 FL-MM-QCW1.5kW，设计用于替代部分 YAG 激光器的焊接应用，可最小化维护成本和降低维护费用，采用光纤激光器，光电转换效率高，与 YAG 激光设备进行对比，光束质量优异，电光转换效率高，无耗材免维护。

核心技术及指标

规格项	规格
平均功率/ Ave. Power (W)	250
峰值功率/ Peak Power (W)	1500
激光模式/ Operating Mode	准连续
脉冲频率/ Repetition rate (Hz)	≤ 5000
脉冲宽度/ Pulse Duration (ms)	0.05-10
功率波动范围/ Power Instability (%)	<2
光纤纤芯/ Output Fiber Diameter (μm)	50-100
光束质量/ Beam quality (mm*mrad)	< 2.5
光电转换效率/ Conversion Efficiency (%)	>30%
工作电压/Driving voltage (V)	100-220VAC
工作温度/Operation temperature (℃)	0 ~ 50
最大功耗/Power consumption (W)	500
冷却方式/Cooling method	风冷/水冷

产业上下游情况介绍，项目效益分析

是点焊、缝焊和钻孔等需要长脉宽、高峰值的工业应用理想选择。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干



FL-MM-QCW1.5kW 激光器实物

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	15605372986
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

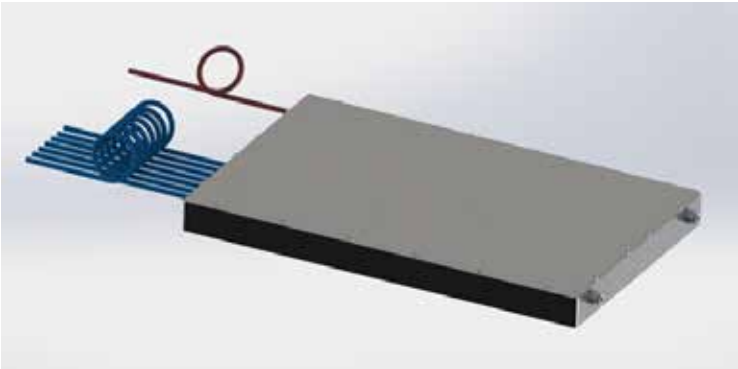
激光合束模块

成果简介

本成果包含 3*1 和 7*1 两种激光合束模块。3*1 激光合束模块将 3 个激光模块合束到输出光纤内，单臂可承受 3kW, 实现 6-8kW 激光输出。7*1 激光合束模块将 7 个激光模块合束到输出光纤内，单臂可承受 1.5kW，实现 10kW 激光输出。

核心技术及指标

型号	3*1 合束模块	7*1 合束模块
技术参数	典型值	典型值
输入光纤	25/400μm	20/400μm
输出光纤	100/120/360μm	100/130/660μm
激光波长	1070±20nm	1070±20nm
单臂输入功率	3kW	1.5kW
输出 BPP	5	
激光输出	20m QBH/裸纤	
冷却方式	水冷	
尺寸（W*L*H）	300mm*480mm*39mm	
防护等级	IP56	
重量	<10kg	



产业上下游情况介绍，项目效益分析

是双激光束合束的理想选择，市场需求量大，经济效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	15605372986
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

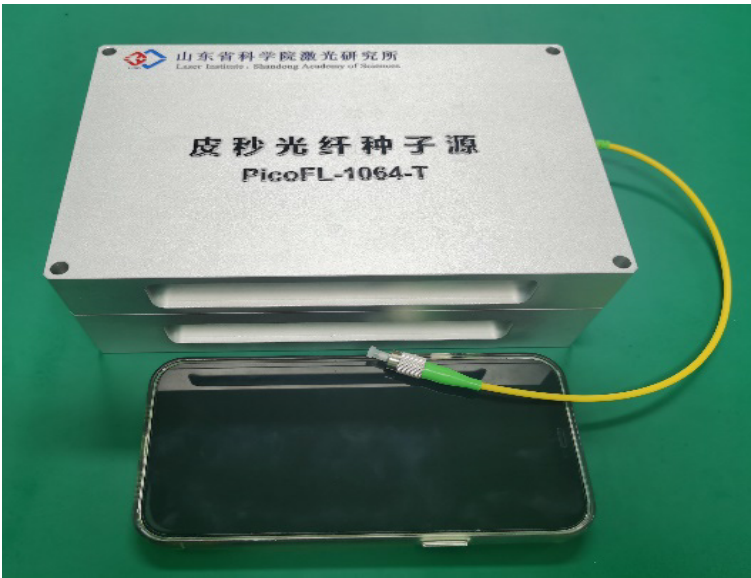
皮秒光纤种子源

成果简介

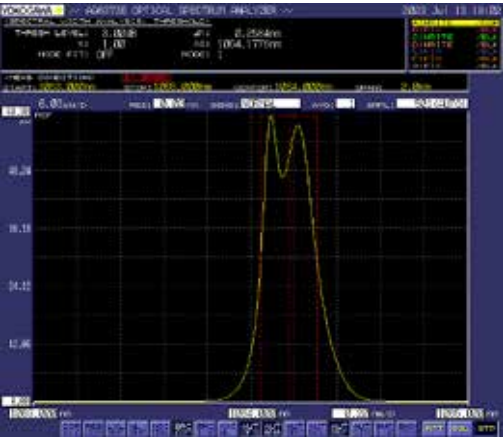
“PicoFL-1064-T”皮秒光纤种子源激光器典型输出波长为 1064.3 nm，脉冲宽度 < 10 ps，光谱宽度 < 0.5 nm，重复频率 0.1-20 MHz 可选可调，单脉冲能量 > 20 nJ@1 MHz，功率不稳定性 < 1% RMS。该光源基于完美的泵浦保护技术，全自动锁模脉冲技术，锁频器件模块封装技术，低非线性、低噪声光纤放大技术，实现了光路、电路模块高度集成的一体化结构设计，具有优异的可靠性和稳定性，是用作固体激光器的理想种子源。

核心技术及指标

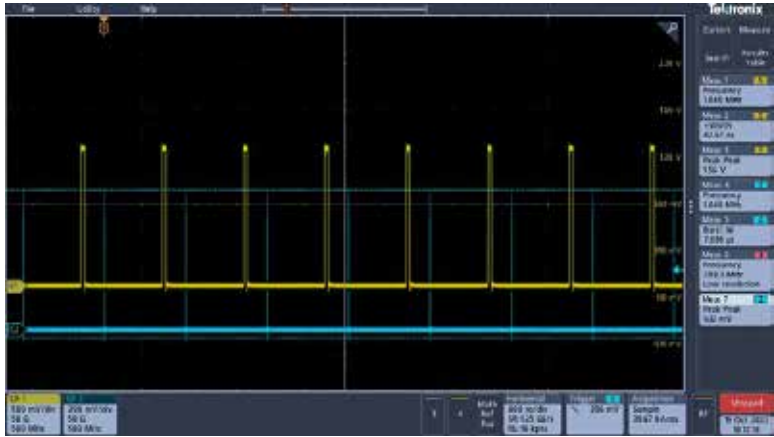
规格参数	PicoFL-1064-T
激光波长 (nm)	1064.3±0.1
光谱宽度 (nm)	< 0.5
脉冲宽度 (ps)	~ 10
平均功率 (mW)	> 20@ 1 MHz
单脉冲能量 (nJ)	> 20 @ 1 MHz
重复频率 (MHz)	0.1~20 可调
功率稳定性 (RMS)	< 1%
偏振消光比 (dB)	> 20
光束质量 (M2)	< 1.2
工作电压 (V)	12
输出端口	PM fiber, FC/APC
工作温度 (℃)	0 ~ 40
尺寸 (mm3)	20013670
功耗 (W)	<20



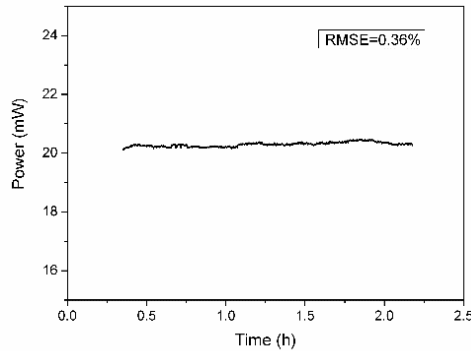
成果图片



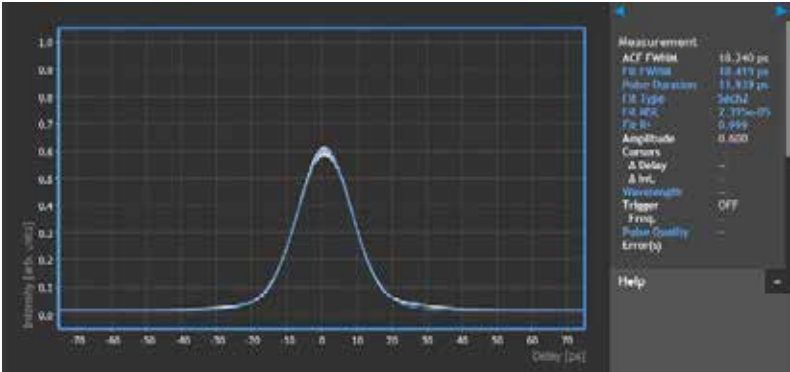
激光光谱



激光波形



输出功率稳定性



激光脉宽

产业上下游情况介绍，项目效益分析

在精密加工、光学成像、精密测量和强场激光物理等领域也有着重要的应用价值，市场需求量大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	13863761751
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

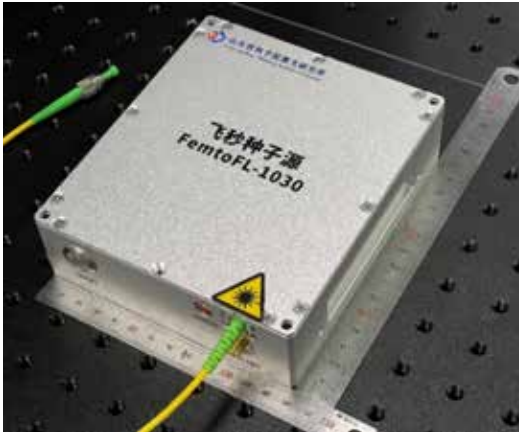
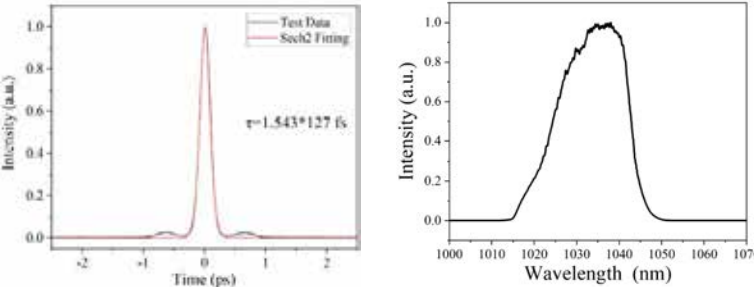
飞秒种子源激光器

成果简介

“FemtoFL-1030”是一款工业级、自启动锁模的飞秒种子源激光器。该种子源基于自主研发的全自动锁模技术与超高精度色散管理技术，采用光纤输出，参数指标也可根据用户需求具体定制。

核心技术及指标

规格参数/Specifications	FemtoFL-1030
激光波长/Wavelength	1031 nm
光谱宽度/ Spectral Width	>15 nm
去啾啾脉冲宽度/de-chirp Pulse Width	127 fs
平均功率/Average Power	>20 mW
重复频率/Repetition Rate	40 MHz
功率稳定性/Power Stability (RMS)	< 0.5%
偏振消光比/Polarization Extinction Ratio	20 dB
光束质量/Beam Quality (M²)	< 1.2
工作电压/Driving Voltage	12 V
输出端口/Output Interface	PM 980, FC/APC
工作温度/Operation Temperature	20~40℃
尺寸/Size	150×132×45 mm



产业上下游情况介绍，项目效益分析

在工业或科研领域，特别是高功率飞秒激光器、太赫兹波产生，是一个理想的飞秒脉冲光源，市场需求量大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

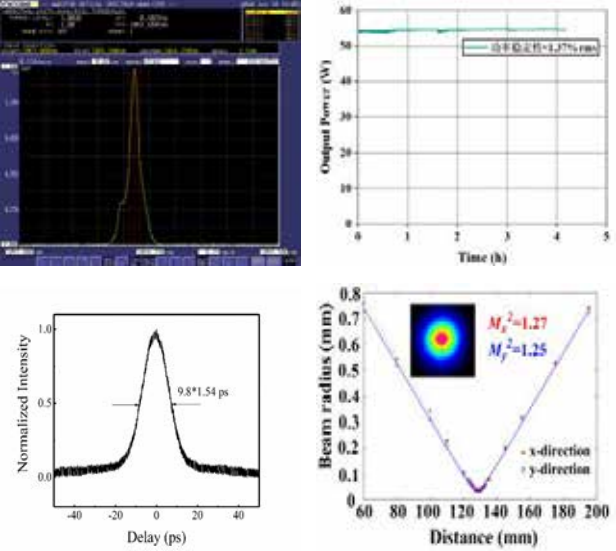
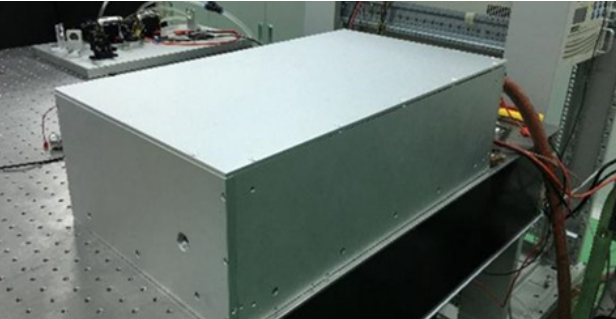
有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	13863761751
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

高功率皮秒激光器

成果简介

该激光器可以提供 50 W 的平均功率，精准的脉冲开关（POD），广泛的重复频率调谐范围，优异的光束质量。性能稳定，可靠性高，结构紧凑，采用水冷散热，免维护，适合系统集成。



激光器核心参数测试

核心技术及指标

规格参数	高功率皮秒激光器
中心波长 (nm)	1064±0.5
激光功率 (W)	> 50@ 1 MHz
重复频率 (MHz)	0.02~15, 可调
脉冲能量 (μJ)	200
功率稳定性 (RMS)	<1%
脉冲宽度 (ps)	10.4
光束质量 (M²)	<1.3
光斑圆度	>90%
光斑直径 (mm)	1.8±0.2
脉冲串 (个)	1~5
外形尺寸 (mm³)	760×390×200
工作温度 (℃)	20-30
冷却方式	水冷

产业上下游情况介绍，项目效益分析

可适用于蓝宝石、玻璃等脆性透明材料加工，金属微加工，柔性 PCB 板微加工等众多领域，市场需求量大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	13863761751
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

高功率飞秒激光器

成果简介

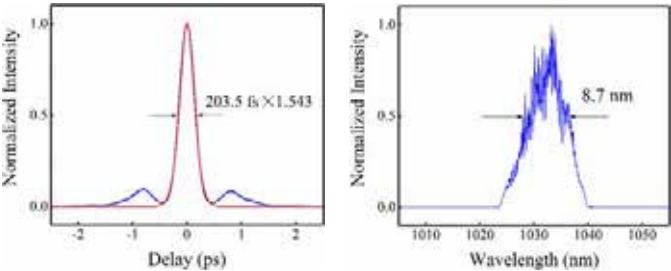
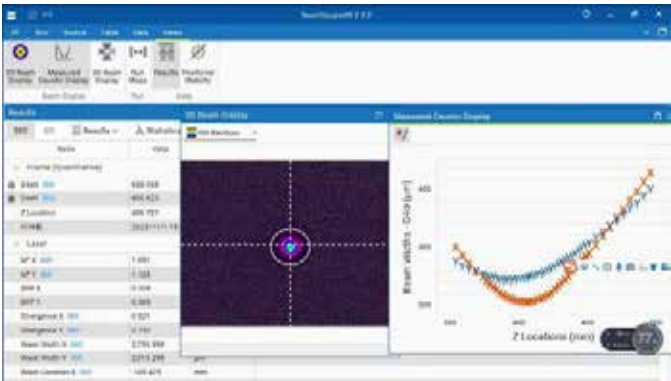
高功率飞秒激光器基于全光纤飞秒激光器架构，模块化设计，适应工业 7×24 小时生产需求以及前沿科学研究。能够提供 100 W 的总功率，204 fs 的最小脉冲宽度，100 μJ 的单脉冲能量和 100 kHz-40 MHz 灵活的重复频率。

核心技术及指标

参数/Specifications	高功率飞秒激光器
中心波长 Central wavelength	1032 nm
平均功率 Average power	100 W@ 1MHz
重复频率 Repetition rate	100 kHz-40 MHz
压缩后脉冲宽度 Compression pulse width	204 fs
单脉冲能量 Pulse energy	100 μJ@ 1MHz
光束质量 Beam quality	M ² <1.2
光斑尺寸 Beam size	~3 mm
功率稳定性 RMS	<2%
脉冲同步监测口 Pulse train monitoring	TTL 信号 TTL synch pulses
光斑发散角 Beam divergence angle	<2 mrad
偏振方向 Polarization direction	线偏振 (S) Linear polarization

产业上下游情况介绍，项目效益分析

它的光斑模式好，脉冲能量稳定性高，能够适用于材料的微纳加工，显示材料切割，脆性材料切割，MEMS 生产，集成光子学等众多微纳加工领域。



知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	13863761751
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

DPSS-HP 纳秒激光器

成果简介

大功率绿光激光器掺钕钇钕石榴石（Nd:YAG）激光器专为完成各种科研、工业和 OEM 应用中的高要求任务而设计。优秀的泵浦技术和稳定的光学谐振器设计可产生能量分布均匀、输出功率高的激光光束。高质量光斑轮廓与高脉冲能量以及重复频率相结合，为加工应用提供了理想的激光光源。

核心技术及指标

参数类型（单位）	DPSS-HP-80
激光波长（nm）	532
平均功率（W）	≥80
重复频率（kHz）	16
脉冲宽度（ns）	≤36
功率稳定度（%）	≤2.5
光斑尺寸（mm）	5±0.5
冷却方式	水冷



产业上下游情况介绍，项目效益分析

工业应用: 支架 / 玻璃 /PCB/ 精细金属切割; LCD/ 太阳能电池板边缘切割; 打标; 晶圆修整; 陶瓷划线; 细线剥离; 钻石 / 宝石加工

科学应用: 钛蓝宝石泵浦; 粒子图像测速仪; 燃烧分析; 激光诱导荧光; 激光雷达; 共振拉曼光谱; 大分子化学分析; 激光微探针分析

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	13863761751
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

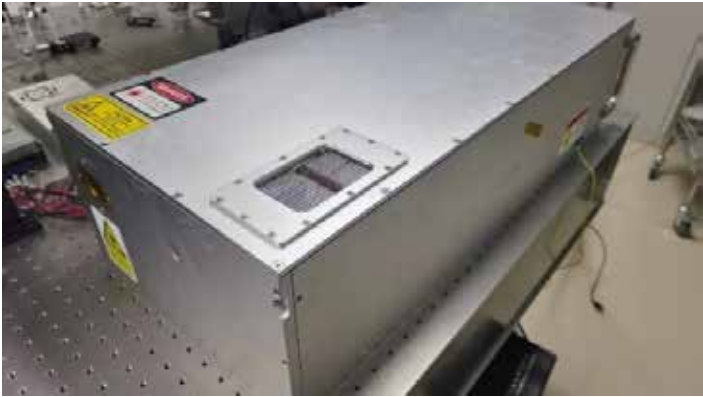
DPSS-HBQ 系列高光束质量纳秒激光器

成果简介

高光束质量纳秒激光器，采用一体化紧凑设计；激光器采用强化密封，适应高温高湿环境，确保激光器长期使用寿命。高光束质量的激光输出以适应脆性材料精密加工的需求。并且 SHG 与 THG 多次谐波可选配。

核心技术及指标

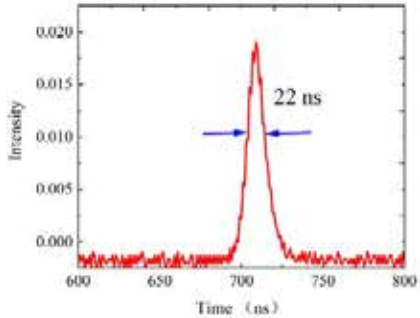
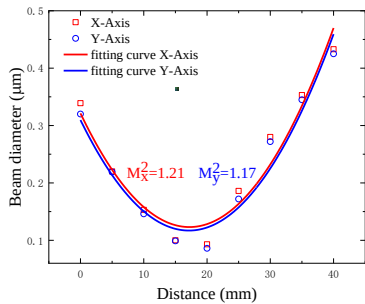
参数类型（单位）	DPSS-HBQ
激光波长（nm）	1064/532/355
平均功率（W）	100/40/25
重复频率（kHz）	60~300
脉冲宽度（ns）	≤24@250 kHz
功率稳定度（%）	≤2
光束质量	≤1.3
冷却方式	水冷



DPSS-HBQ-532 激光器

产品特点：

- 1. 1064、532、355 nm 波长运行
- 2. 高倍频效率
- 3. 可进行首脉冲抑制，实现一致的材料加工
- 4. 设计紧凑的封装
- 5. 专有的光腔设计可实现最佳光束质量



激光器核心参数测试

产业上下游情况介绍，项目效益分析

支架 / 玻璃 /PCB/ 精细金属切割；LCD/ 太阳能电池板边缘切割；打标；晶圆切割修整；陶瓷划线。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

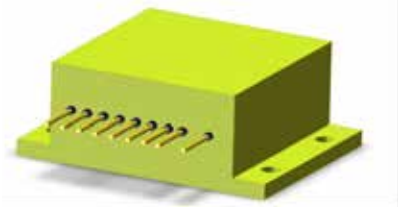
成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	13863761751
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

低功耗中红外量子级联激光器

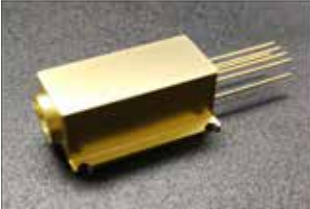
成果简介

面向新一代智能传感器的需求，项目团队联合中国科学院半导体研究所研发了室温运转的小型化、低功耗量子级联激光器（DFB-QCL）。较传统 HHL 封装形式，该 DFB-QCL 所采用的高集成封装形式体积缩小了近 90%，运转功耗（含温控）降到瓦级以下。

HHL封装



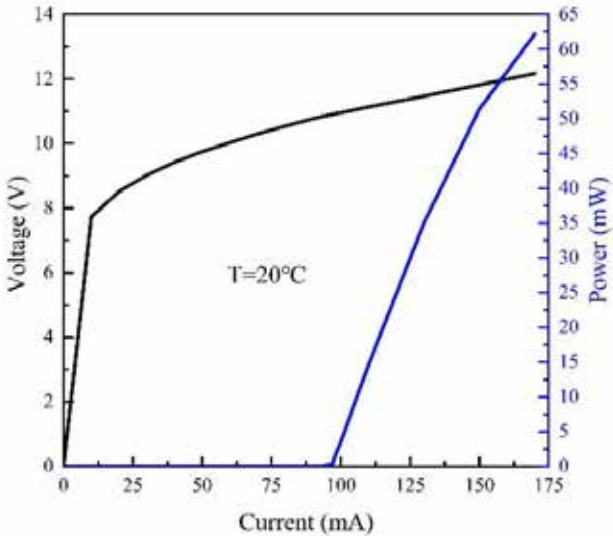
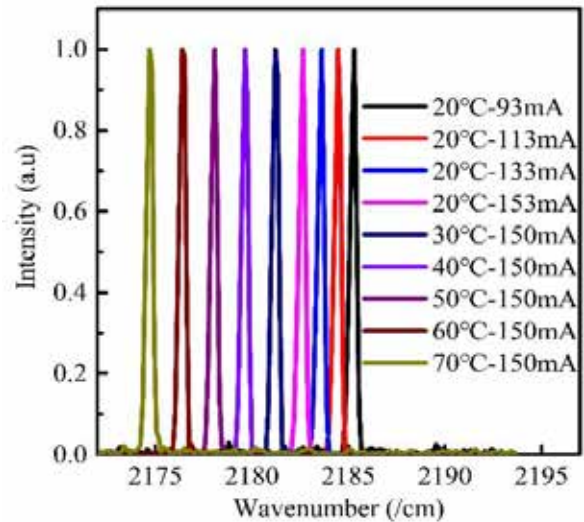
小型化封装



体积缩小~90%

核心技术及指标

- 1. 波长：典型波长 4.6μm，4-7μm 波长可定制；
- 2. 输出功率：≥ 10mW；
- 3. 发散角：3mrad；
- 4. 阈值电流：≤ 100mA；
- 5. 工作电压：≤ 10V；
- 6. 尺寸：22×14×11 mm³。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于气体传感、生物医疗、污染遥测等领域，市场需求量大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	王兆伟	职称 / 职务	副研究员	手机	18963081319
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

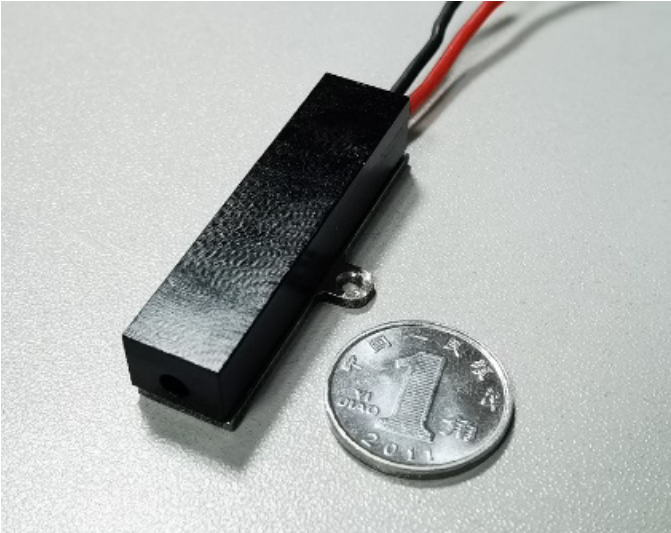
HP 系列大能量纳秒激光器

成果简介

HP 系列是一款灯或半导体激光器泵浦的电光调 Q 纳秒 Nd:YAG 激光器。具有体积小、结构紧凑、坚固耐用、工程化程度高的特点。其峰值功率高、脉冲宽度窄，脉冲抖动小，适用于工业、科研等多种应用。该系列属于中小能量级别产品，基频能量输出范围从 100 mJ 到 300 mJ，并且 SHG,THG 以及 FHG 多次谐波可选配。

核心技术及指标

参数类型（单位）	数值
激光波长（nm）	1534/1064/532/355/266
单脉冲能量（mJ）	100/200/300 @1064 nm 50/100/150 @532 nm 0.1/0.3/0.75 @1534 nm
重复频率（Hz）	1~20
脉冲宽度（ns）	≤9 @100mJ ≤8 @200mJ ≤7 @300mJ
能量稳定度（%）	≤1
Jitter（ns）	≤0.5
冷却方式	风冷



HP-1534-300 激光器

产业上下游情况介绍，项目效益分析

激光诱导击穿光谱；激光雷达；激光超声；激光诱导荧光；激光清洗；激光火空化；LCD 修补；非线性光学等

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干



HP-1064-100 激光器

成果负责人	翟瑞占	职称 / 职务	研究员	手机	13863761751
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

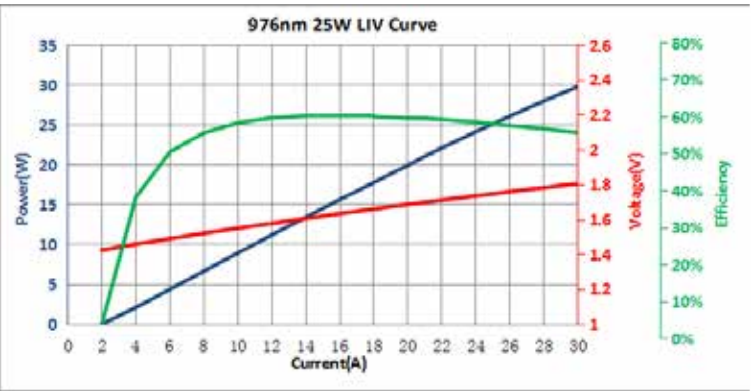
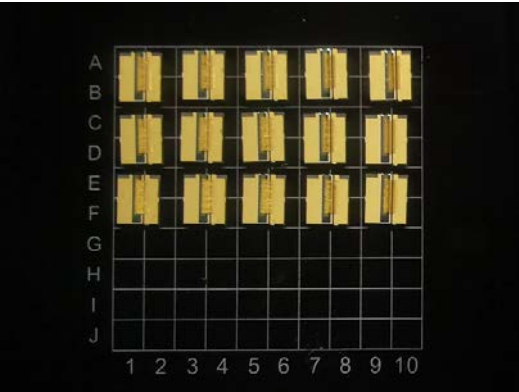
976nm 高功率半导体激光器

成果简介

半导体激光器具有电光转换效率高、工作寿命长、直接电调制、易集成、体积小、结构紧凑等优点。基于 GaAs 的近红外高功率半导体激光器可广泛应用于生产加工、激光通信、医疗美容、军事武器等领域。该成果解决了大功率下光束畸变问题，实现了 25W 以上的高功率 976nm 激光巴条。

核心技术及指标

参数类型	数值	单位
波长	976	nm
功率	>25	W
转换效率	60	%



产业上下游情况介绍，项目效益分析

可应用于激光加工、自由空间通信、医疗以及作为固体、光纤激光器泵浦源等领域。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	王兆伟	职称 / 职务	副研究员	手机	18963081319
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

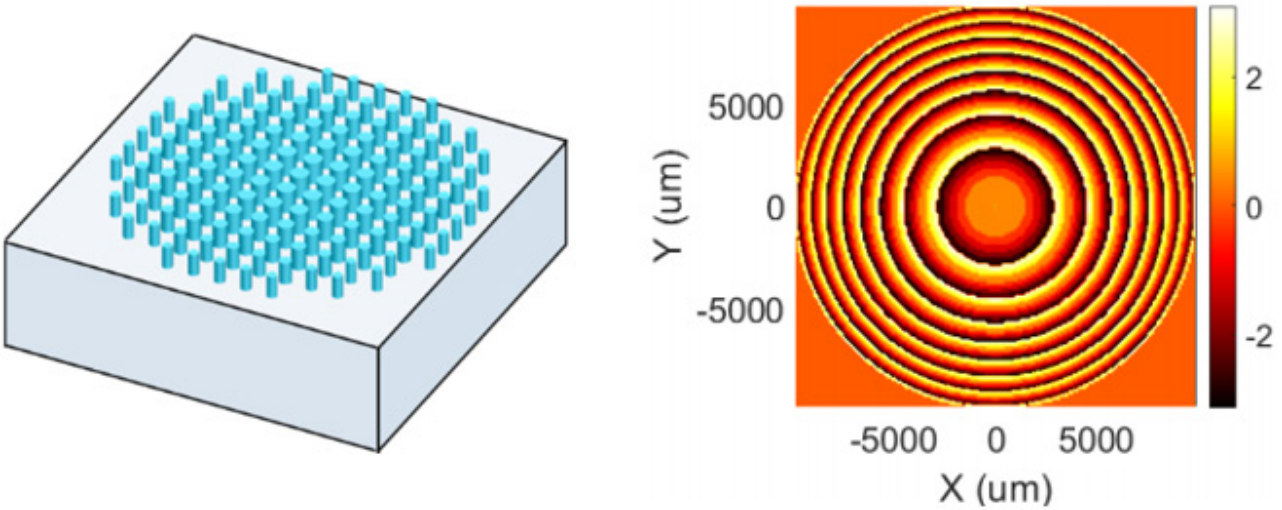
超透镜共焦光学测量系统

成果简介

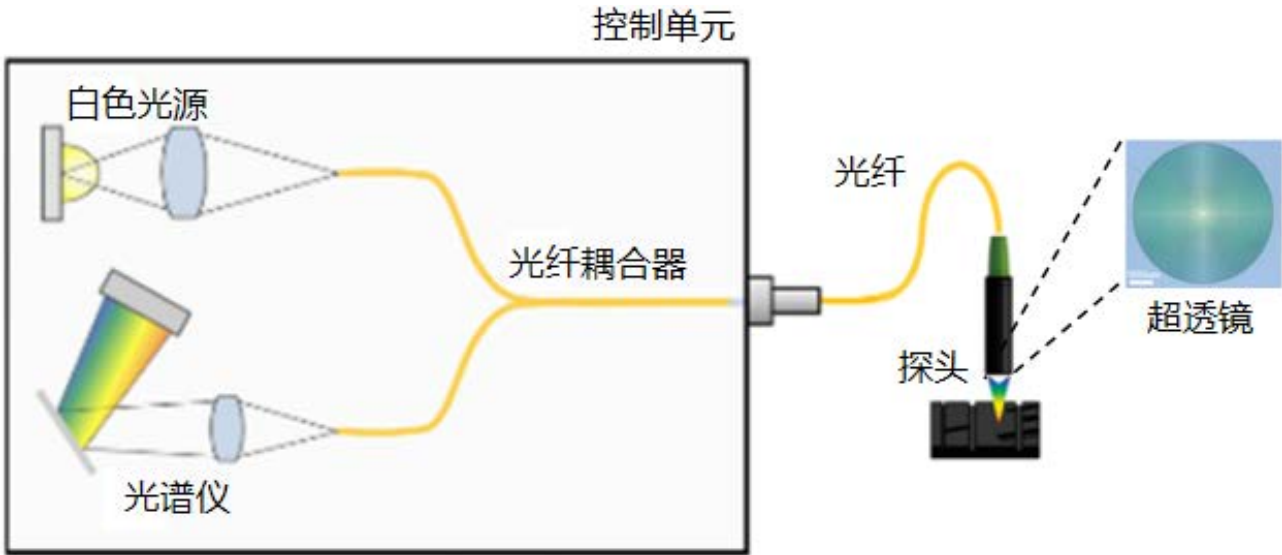
自主研发的超构透镜，可消除离轴色散，实现不同波长的精确共聚焦。系统实现了对超构透镜、光源、光电探测和控制单元的集成，可对微纳结构表面信息进行高精度光谱测量。研发的超表面功能函数，实现对样品彩色三维信息高精度快速解耦与实时处理。

核心技术及指标

- 数值孔径：0.7
- 测量分辨率：0.1μm
- 视场范围：100μm*100μm
- 测量速度：0.5m/s



超透镜及其焦平面电场分布



超透镜共焦光学测量系统

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于电子器件刻线断裂、刻线互连、器件表面碎屑等表面缺陷检测。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	王兆伟	职称 / 职务	副研究员	手机	18963081319
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

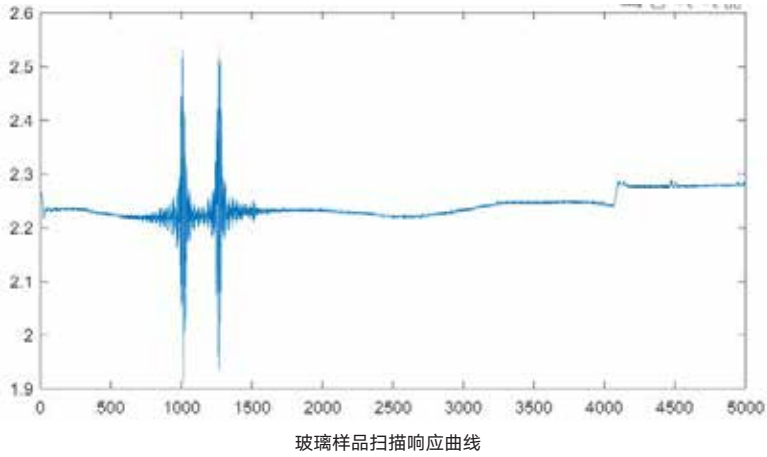
光学相干层析成像系统

成果简介

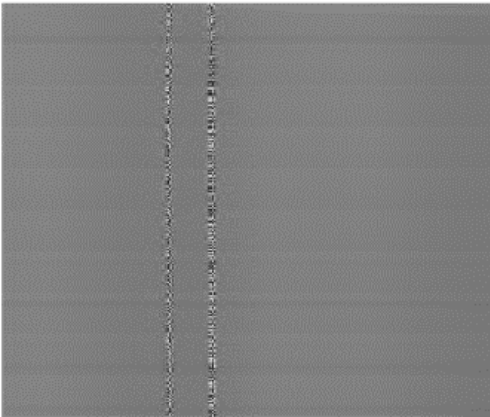
低压直流配电系统融合“光储直柔”技术，是发、储、用一体化的供用电系统，其在能效、安全性和经济性方面优势显著，在建筑、园区等场景应用前景广阔。电力电子变流装备连接交流电网、直流母线和用电设施，是实现低压直流配电系统中电压变换及柔性负荷接入的关键装备，是完成功率控制的底层执行机构。同时，多种分布式电源和柔性负荷通过 DC-DC 变换器接入直流母线，构成变换器集群网络，实现“源－荷”能量交互。因此，低压直流配电系统核心装备的可靠运行直接决定供电系统的供电连续性、稳定性、电能质量等关键技术指标。

核心技术及指标

参数类型	数值	单位
中心波长	1310	<u>nm</u>
光源带宽	100	<u>nm</u>
轴向分辨率	7.6	<u>um</u>
横向分辨率	16.7	<u>um</u>
纵向扫描范围	5	mm
A—scan 扫描速度	0~5	mm/s



玻璃样品扫描响应曲线



玻璃样品扫描图片

产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于医学、工业检测、光学薄膜厚度检测、芯片质量检测等领域。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	王兆伟	职称 / 职务	副研究员	手机	18963081319
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

塑形热成形技术与装备

成果简介

钢板加热后冲压成形，模内淬火，件抗拉伸强度高于 1500Mpa。 位置和压力控制算法，控制回弹，成形精度高、性能好。占地小，除生产节拍外，性能优于传统生产线。上下料机器人、加热炉、压机、模具及冷却机构一应俱全。箱式加热炉，加热过程稳定，防止保护气氛和热量流失。

核心技术及指标



300 吨万能塑性成形生产线



产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于板材、汽车机壳等材料加工，市场需求量大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	戈海龙	职称 / 职务	副研究员	手机	13256652821
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

脉冲激光清洗机（QYCL-FP-A）

成果简介

采用 MOPA 脉冲光纤激光器，多种脉冲波形选择，满足不同材质清洗。单脉冲能量大、清洗效率高、光斑能量均匀分布，清洗不伤基材。机箱结构，便于集成，加工幅面大，可无损去除金属表面油污、锈蚀、漆皮等污染物，绿色环保无污染。

产品特点

1. 高品质核心部件
创鑫 / 锐科 / 杰普特 /IPG 激光器，高端品牌、量身定制，施耐德 / 欧姆龙 / 正泰一线电气品牌，安全稳定可靠。
2. 便携式清洗末端
人体工程学设计，可手持或配合自动化设备。快速接头，拆装方便。专业气路设计更好的保护光学镜片，可适应各种复杂环境清洗作业。
3. 集成式外观设计
集成嵌入式水冷机结构，配置 360°静音万向轮，设备移动便捷，上盖装有束线 U 型槽，光纤整理方便快捷。
4. 开放式功能设计
自主研发，可视化可定制多语言触摸控制面板，支持多种工业总线通讯协议，可配合客户自动化控制设计。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

适用于磨具、板材、高压开关等材料表面清洗，市场需求量巨大，经济和社会效益显著。

知识产权情况

有发明专利、实用新型等知识产权若干

成果负责人	马新强	职称 / 职务	副研究员	手机	18364187799
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

核心技术及指标

技术参数			
型号	QYCL-F200A	QYCL-FP300A	QYCL-FP500A
平均激光功率（W）	200-220	300-320	500-520
单脉冲能量（mJ）	13		50
清洗头重量（kg）	2		
额定功耗（kW）	2.5	3	5
功率调节范围（%）	10-100		
扫描宽度（mm）	10-100		
焦距（mm）	100/160/260/300/420		
中心波长（nm）	1060-1070		
工作模式	脉冲		
冷却方式	水冷		
水温（℃）	22-26		
光纤长度（m）	5m(可定制最大长度 10m)		
机器尺寸	常规	920*570*1095	950*480*817
	一体机	1110*490*750	1240*510*1040
设备净重	常规	160	185
量（kg）	一体机	144	205
电源电压（V）	220		380
安放环境要求	1. 环境湿度 10%-85%RH, 无结露 2. 设备安装的场所无爆炸性和腐蚀性的气体存在		
工作环境	噪音、通风、粉尘等影响因素		



第十二部分
能源与动力工程学部

Part 12
FACULTY OF ENERGY AND POWER ENGINEERING



能源与动力工程学部

学部简介

山东省科学院能源研究所成立于1978年10月，是山东省成立最早的综合性能源研究机构，也是目前国内能源利用技术领域规模较大、功能较完备的综合性研究机构之一。2018年8月30日，依托山东省科学院能源研究所，成立齐鲁工业大学（山东省科学院）能源与动力工程学院，创新了科教融合模式下的院所一体化示范学院。2021年10月，为加快推进科教融合发展，依托山东省科学院能源研究所、能源与动力工程学院成立齐鲁工业大学（山东省科学院）能源与动力工程学部。



学部现有职工100余人，其中具有山东省泰山学者、泰山产业领军人才、有突出贡献中青年专家、享受国务院政府特殊津贴专家等国家和省级高层次人才10余人，建立了以高端专家为领军人才，以博士、硕士和有丰富工程经验的专业技术人员为骨干的高水平教学科研团队，在国内外相关领域具有显著的影响力。

学部立足服务山东能源科技与能源经济，着眼未来发展，致力于能源节约、可再生能源及环保技术的综合研究和技术服务，主要研究方向包括节能技术、氢能、生物质能、太阳能、储能电池材料、先进能效及低碳能源政策研究等。现拥有国家秸秆气化技术研究推广中心、山东省生物质气化技术重点实验室，能效与低碳山东省工程研究中心、山东省低碳能源高校特色实验室等重点科研教学平台。专业实验教学办公面积9300余平米，教学科研仪器1000余台套，价值6000余万元。

科学研究

5年内，学部新立项纵横向项目440余项，合同额约1.6亿元。其中纵向课题220余项，包括国家重点研发计划、国家自然科学基金、国际合作计划等国家级课题30项，山东省重大专项、山东省重点研发计划、山东省自然科学基金、山东省“外专双百”计划等省部级项目98项，济南市和省科学院项目等100项；发表论文320篇，其中SCI、EI检索226篇；授权专利115项（发明75项）。获奖近20余项，主要包括全球能源奖1项，国家科技进步二等奖1项，山东省自然科学二等奖2项，山东省科技进步二等奖4项、山东省高等学校科学技术二等奖及三等奖各1项、中国产学研合作创新与促进优秀奖1项、中国可再生能源学会科技进步奖三等奖1项等。



学科建设

学部采用科教融合的模式培养适应国家能源领域快速发展要求的高级研究应用型人才，目前拥有能源与动力工程本科专业、能源动力硕士专业学位点，学科方向包括工程热物理、能源环境工程、新能源科学与工程等。截止2023年在校本科生330余人，研究生49人。学部遵循青年学生思想发展和人才培养规律，将思想政治教育融会到教学和科研全过程，培育学生肩负中华民族伟大复兴历史使命的担当意识。

社会服务

本学科高度重视产学研开发与成果转化，近五年实现成果应用及转化项目240余项，经费总额超过7400万元，先后与国家电网、中煤集团、中铁十局集团、山东能源集团等企业建立合作关系，为企业解决了大量技术难题，为山东省能源行业结构调整和产业升级起到了推动作用，有力促进了地方经济社会发展。拥有能源领域先进的实验室设备和专业技术团队，具备对外提供研究和测试服务的能力。在能源战略咨询服务领域方面，为各级政府部门制定节能、新能源产业政策提供技术支撑，提供重点企业碳排放第三方核查服务。在科技孵化企业方面，培育和孵化了山东桑乐太阳能有限公司和山东天力能源股份有限公司两个国内知名的高新技术企业，对我省新能源行业发展起到了引领作用。



教书育人

学部面向清洁能源开发与综合利用、高效低污染排放动力技术、“节能减排”技术等领域，借鉴先进学校办学理念，重点围绕国家能源战略和产业需求，秉承因材施教、个性化培养的理念，通过“2+2”体系、“导师制”、“小班教学”“个性化课程树”等新型人才培养模式，培养能适应国家能源领域（尤其是清洁能源行业）快速发展要求的高级研究、应用型人才。已与美国、澳大利亚、白俄罗斯等国外科研院所及国内多家企业建立了合作关系，为学生领略学科前沿、完成教学实验、开展校外实习和开拓国际视野提供了有力保障

学科在齐鲁工业大学与山东省科学院整合后实现跨越式发展，在平台、科研、人才培养等方面均具有优势，科教融合创新资源转化为高质量育人工作已见成效，2023年本科毕业生考研录取率42.5%，就业率86.67%；毕业研究生就业率100%，学生培养质量得到广泛认可。。



学部大型仪器设备简介

电感耦合等离子体发射光谱仪

仪器简介

电感耦合等离子体发射光谱仪可同时测定元素周期表中多数金属元素及少量非金属元素，主要测试样品浓度范围为：ug/L-mg/L。具有多元素同时测定、灵敏度高、检出限低等优势。主要应用于环境、材料、食品饮料、地矿等多个领域微量及痕量元素的测定。

仪器主要特点及技术指标

- RF 发生器频率：40.68 MHz
- 光学系统：中阶梯光栅 + 石英棱镜色散
- 观测方式：水平观测和轴向观测，空气切割尾焰
- 波长范围：165-900 nm
- 检测器：Charge-Coupled Detector 电荷耦合检测器
- 分辨率：≤ 0.003 nm (200 nm 处)
- 检出限：0.03 -2 ng/mL



在线质热分析仪

仪器简介

品牌型号：梅特勒托利多 Mettler-Toledo TGA/DSC 3+
功能简介：在线质热分析仪是精确测量样品在加热、冷却或恒温过程中重量和热流变化的一种精密仪器，例如样品的受热分解、溶剂残留、组分含量、热稳定性、熔融行为、固化、结晶、相转变、玻璃化转变、反应动力学、热容和热容变化、反应焓和转变焓等。应用领域主要包括各种固液燃料、食品与药品、热塑性聚合物、热固性树脂、弹性体、陶瓷以及化学工业与制药工业等，为配方改进、工艺调整提供重要依据，是基础科学研究的必备方法之一。

仪器主要特点及技术指标

- 温度范围：室温 -1600℃
- 炉体结构：竖式，炉体在上，天平在下
- 炉体类型：铂 / 铂铑合金炉体
- 温度准确度：±0.05℃
- 温度精度：±0.3℃
- 升温速率：0.1 至 100℃ /min
- 炉体冷却方式：循环水浴冷却
- 降温时间（最高 -100℃，氮气）：≤ 27min
- TGA 称量范围：0-1000mg
- TGA 称量准确度：0.005%
- TGA 称量精度：0.0025%
- TGA 基线漂移：< ±10ug
- TGA 内置砝码数量：2 个
- TGA 校准方式：内置砝码自动校准
- DSC 准确度：1%
- DSC 解析度：1uW
- DSC 传感器热电偶材料：铂 / 铂铑合金
- DSC 传感器热电偶数目：6 对
- 显示及控制方式：仪器自带触摸屏，可显示仪器状态参数并控制仪器



基于复合式固定床气化的生物质高值综合利用技术

成果简介

该成果属于生物质能源领域，应用于生物质能源的热化学转化高值化利用。生物质能是唯一含碳的可再生能源，具有稳定的可获得性。大力开发利用生物质能源，可改善我国以煤炭为主的能源结构，促进节能减排和生态文明建设。

核心技术及指标

该成果首创生物质复合式低焦油气化技术，研制了生物质复合式固定床气化工艺及装置。在解决传统气化焦油含量高、运行稳定性差等技术难题上取得重大突破。根据区域资源状况，联产生物质燃气、生物炭、木醋液，结合区域用能需求，联供电、气、冷、热等多种能源，实现生物质能高值化利用。目前该项成果技术和应用水平处于国内领先水平。通过优化设计内置热解筒、布置均风环、构建蓄热体，实现了干燥热解、燃烧还原和气体重整三个反应区的物理分隔，保证了稳定的反应环境，攻克了焦油含量高、二次污染严重的行业难题。产气效率 81.67%，粗燃气焦油含量小于 20mg/Nm³，冷煤气能量利用率达 84.3%，系统能源效率大于 60%。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该成果在生物质能转化利用、废弃物资源化、先进清洁燃料、工业节能等领域具有显著特点及优势。已取得国家发明专利 2 项，并与河北威县绿地秸秆能源有限公司、北京仟亿达科技股份有限公司、山东天力能源有限公司分别签订了专利实施许可合同，并已在山东日照、河北威县、福建南坪、河北石家庄等地实现了工业化生产应用。以该技术为基础的“基于热解气化的生物质质分质分级热化学转化技术研究”项目于 2016 年获得山东省科技进步二等奖 1 项。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 2 项。

成果负责人	孙荣峰	职称 / 职务	研究员	手机	13964001160
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

复合式固定床生物质气碳联产技术

成果简介

复合式固定床生物质气碳联产技术，利用内置热解筒将生物质气化过程分为干燥热解、燃烧还原和气体重整三个部分，通过调整一、二次风配比控制各反应区温度和反应深度，实现定向气化碳化，最终得到低焦油生物质燃气并联产木炭。

核心技术及指标

具有装置简单、热效率高、碳转化率高、原料适应性广、所产燃气低焦油等特点，从根本上克服了以往生物质气化技术存在的焦油含量高的难点问题，大大提高了燃气的清洁程度，使用空气作为气化介质处理生物质原料时产生的原生燃气中焦油的含量小于 20 mg/Nm³，燃气热值为 4.5 ~ 5.0 MJ/Nm³。燃气经过净化后可以用于发电、供热、或直接外供。在满足用气的前提下，根据生物质原料特性的不同可将炭作为附加产品加工成为机制炭、活性炭或者炭基肥销售，从而降低运行成本。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该技术已与河北威县绿地秸秆燃料科技有限公司、北京仟亿达科技股份有限公司、山东天力能源股份有限公司等单位签订了专利实施许可合同，并在河北省邢台市、晋州市、吉林省敦化市、福建省南平市建设完成了 10 余台（套）气炭联产装置，年处理各地生物质废弃物约 28 万吨，有效替代燃煤 14 万吨，减排二氧化碳 72 万吨，可满足居民对炊事燃气、冬季供暖、夏季供冷、生物炭基肥料等多种需求。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 4 项。

成果负责人	孙荣峰	职称 / 职务	研究员	手机	13964001160
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

微火焰低氮燃烧技术

成果简介

能源所与乌克兰国立技术大学合作，开发了适用于天然气、生物质气、燃油、煤粉等流态化燃料的微火焰型低氮燃烧技术与低氮燃烧器。项目研发过程获得省市多项资助，已完成 MW 级燃烧器的中试测试工作，获发明专利 3 项，具备产业化推广条件。

核心技术及指标

燃烧器采用非预混微局域火焰分割燃烧模式，燃烧火焰断面温度均一性好，极大减少了因局部高温产生的热力型 NOx，燃烧达到污染物超低排放水平，系统模块化配置，燃烧负荷 15-100% 范围保持高效燃烧。该技术解决了燃料纯度要求高、燃料品类在线切换难、负荷调整范围窄、常规燃烧脱硝成本高、间歇性燃料生物质燃气难利用等难题。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

该成果在生物质能转化利用、废弃物资源化、先进清洁燃料、工业节能等领域具有显著特点及优势。已取得国家发明专利 2 项，并与河北威县绿地秸秆能源有限公司、北京仟亿达科技股份有限公司、山东天力能源有限公司分别签订了专利实施许可合同，并已在山东日照、河北威县、福建南坪、河北石家庄等地实现了工业化生产应用。以该技术为基础的“基于热解气化的生物质质质分级热化学转化技术研究”项目于 2016 年获得山东省科技进步二等奖 1 项。

知识产权情况

- 专利群情况：本项目获国家发明专利 2 项，获国际专利 5 项。国内燃烧器方面未见与核心技术内容相同或相近的专利，国际上微火焰燃烧的专利均来自本项目合作单位乌克兰国立技术大学。
- 专利的有效性：该技术在国内申报的专利均为 2020 年 -2022 年，专利剩余有效期均在 18 年以上。

成果负责人	耿文广	职称 / 职务	博士	手机	13791051508
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	燃烧器开发与产业化投资需求额度 500 万元以内，关键构件加工需高压水刀切割成型、精密焊接等；加工及装配车间 1000 m ² ，5-10 人班组即可完成本燃烧器的精加工与装配等工作。				

有机固废钙化学链气化制氢技术

成果简介

一种以有机固废（农林有机固废、市政污泥、餐厨垃圾、废轮胎等）为原料，以双流化床反应装置结合钙化学链气化技术，同时通过多层流化床气化炉设计极大地降低了产品气焦油、硫、氯含量，实现了洁净高浓度氢气的制取。属于有机固废处置、资源化利用和制氢技术领域。有机固废钙化学链气化制氢技术具有以下优点：

- 双流化床反应器实现气化与钙循环反应耦合、吸热和放热匹配，传热传质好，系统易放大。
- 多反应集成、流程短、工艺简单、操作方便。
- 煅烧石灰石有助于解决生物质气化产品气中焦油含量过多的问题；粗 H₂ 浓度高。降低了合成气净化、提纯的成本，便于后续直接利用。
- 若采用纯氧燃烧可以获得高浓度的 CO₂ 气体，便于对 CO₂ 进行后续的运输和封存。
- 无需催化剂，并且煅烧石灰石的获得与再利用还可与电石生产、水泥制造等工业过程相结合，大幅提高经济效益。

核心技术及指标

- 粗 H₂ 体积含量（干基）： ≥ 70%
- CO₂ 捕集率： ≥ 90%
- 产氢率： ≥ 0.5Nm³/kg 原料

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目完成并实施推广产业化后，在 2-3 年内实现新增经济收入 2500 万元以上。远期来看，可促进实现 2030 年单位国内生产总值 CO₂ 排放比 2005 年下降 60% ~ 65%、CO₂ 排放 2030 年左右达到峰值的目标。另外钙基 CO₂ 吸收剂的获得与再利用还可与电石生产、水泥制造等工业过程相结合，大幅提高经济效益。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 4 项。

成果负责人	杨立国	职称 / 职务	博士	手机	13256100771
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	以 1 吨 / 小时有机固废处理规模估算的投资额度 430 万元，占地面积估算：3000 m ² 。				

工业有机固废热转化资源化利用与无害化处置技术

成果简介

基于自主研发的生物质热转化定向调控创新理论原理，围绕工业有机固废处置需求，形成多源固废热转化技术体系，开发出生物炭材料、有机炭肥、富氢燃气等多产品的系列成套装备，为工业有机固废无害化和资源化利用提供系统性解决方案。

该技术转化推广适用酿酒、制药、造纸、肥料等行业市场，富氢燃气产品可与城镇、工业燃气应用领域对接，在上下游匹配程度、地域因素、规模、环境限制等方面无明显限制条件。

核心技术及指标

工业有机固废热转化资源化利用与无害化处置技术面向酿酒、制药、造纸、肥料等行业，运用热化学转化原理实现行业固废集中处理。以阿维菌素为例，药企抗生素菌渣经热解处置后，热解炭抗生素残留按照 GB/T 32951-2016 国家标准检测，结果均显示残留小于 0.2mg/kg，抗生素去除率可达 99.9% 以上。参照即将实施的国家强制性标准《肥料分级及要求》（土霉素、四环素、金霉素和强力霉素含量总和不得超过 1.0mg/kg），热解炭完全满足有机肥料抗生素残留要求。热解炭满足《有机肥料》（NY/T 525-2021）标准，适于单独或经复配作为有机肥料使用。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目形成的技术和装备主要客户群为酿酒、制药和肥料生产企业，在环保政策日益严格和碳减排的大背景下，市场规模可达千亿元，尤其工业有机固废热转化制备绿氢将迎来良好的发展机遇，技术应用前景广阔。

知识产权情况

该技术拥有方为山东省科学院能源研究所，已入选国家团体标准《生物农药发酵残渣利用与处置技术规范》，并申请国家发明专利；形成的成套装备均为国产制造；技术转让意愿、技术产权转让机制、政策途径顺畅，符合国家相关规定。

成果负责人	关海滨	职称 / 职务	副研究员	手机	15966320172
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	具体要求视处理原料种类而定，以日处理量 5 吨的抗生素菌渣热转化处置工程为例，一次性投入约为 300 万元。				

生活垃圾制绿氢 / 甲醇技术

成果简介

该技术适用于固废资源化利用、可再生能源利用和储能、绿色氢能、及碳捕集领域。以农林固废、市政污泥、生活垃圾、餐厨垃圾等为原料，以双流化床钙化学链气化为核心，实现制备绿 H2 的同时脱除捕集 CO₂。产品为富 H₂ 气（H₂ 体积含量 >80%）和高纯 CO₂（体积含量 >99.9%）。该技术装置可应用于不同场景组成相应系统。

- 天然气管道掺氢应用场景：富 H₂ 气净化后接入天然气输送管网，经管网输送至下游用户；
- 高纯氢制备应用场景：富 H₂ 气制备、净化和提纯（变压吸附等）装置结合形成高纯氢（H₂ 体积含量最高 >99.999%）制备工艺系统，提供科研、生产和燃料电池用氢；
- 绿色甲醇制备应用场景：可实现双流化床钙化学链气化的同时调节碳氢比（C/H 比）和脱除 CO₂，合成气净化后直接合成甲醇。比现有煤气化制甲醇工艺减少了 CO 变换和低温甲醇洗脱 CO₂ 流程，是生产绿色甲醇的创新途径。

核心技术及指标

将双流化床气化与化学链两步反应过程相契合，将有机固废的气化、制氢和脱碳整合在一个反应器内进行，利用有机固体废弃物制绿氢，解决关键问题：①有机废弃物处置和资源化利用；②制备绿 H₂ 和高纯 CO₂。以有机固体废弃物为原料的产品指标如下：

- 绿 H₂ 产率 >28Nm³/GJ 有机固废原料
- CO₂ 产率 >57Nm³/GJ 有机固废原料

产业上下游情况介绍，项目效益分析

根据国家统计局发布数据，2023 年全国城镇生活垃圾产量 8760 万吨 / 年，该技术按照 1% 的处理率，则可产生高纯绿 H₂ 达 3 万吨 / 年，捕集 / 生产高纯 CO₂ 达 120 万吨 / 年。氢和二氧化碳产品直接经济效益 10 多亿元 / 年。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 2 项。

成果负责人	杨立国	职称 / 职务	博士	手机	13256100771
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	按照 5MW 规模，设备投资 1500 万元，后期维护费 100 万元 / 年。				

有机固废清洁供能技术

成果简介

随着国家“双碳”战略、“黄河流域生态保护和高质量发展”战略的实施，对于清洁低碳能源的需求迫切，尤其是北方地区清洁取暖比例低，大气污染物排放量大，迫切需要推进清洁取暖。农林业废弃物、生活餐厨垃圾等有机废弃物的减量化、无害化、资源化处理是当今社会面临的重大问题，其能源化利用是主要的处置方式之一。

核心技术及指标

本项目开发了高效热解气化、有机固废高效厌氧发酵产沼气、高品质燃气清洁燃烧规模化处置技术和装备，热解气化效率达到 70% 以上，容积产气率 1.0~1.5m³/m³.d，清洁燃烧污染物排放符合国家《锅炉大气污染物排放标准》GB13271-2014 要求。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

相关技术具有自主知识产权，项目基础理论成果和相关技术获得山东省自然科学奖二等奖 1 项，山东省科学技术进步奖二等奖 1 项，中国可再生能源学会科技进步三等奖 1 项。项目实施后可为企业提供清洁供能和居民提供清洁供暖，实现有机固废无害化、减量化和能源化利用，具有明显的社会和经济效益。

知识产权情况

依托本项目技术，申请并获批“生物质热解脱焦脱碳制备高品质燃气的方法”、“木质纤维素水解液制备沼气的的方法”、“用于生物油在线提质的铁基复合催化剂及制备和应用方法”、“果蔬废弃物产沼气的方法”等国家发明专利 12 项，均在有效期内。项目基础理论成果和相关技术获得山东省自然科学奖二等奖 1 项，山东省科学技术进步奖二等奖 1 项，中国可再生能源学会科技进步三等奖 1 项。

成果负责人	陈雷	职称 / 职务	副研究员	手机	13405315571
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

固体有机废弃物好氧发酵处理设备

成果简介

本项目属于固体有机废弃物资源化利用领域。
据统计，我国包括农林废弃物、畜禽粪便、市政污泥、厨余垃圾在内的有机固体废弃物年产量已经超过 20 亿吨，其资源化利用率不到 50%，处理处置压力巨大。

核心技术及指标

山东省科学院能源研究所开发了用于固体有机废弃物好氧发酵的滚筒式处理设备，具有操作简便、处理速度快、智能化程度高、臭气排放量大低、应用范围广阔等优点，可用于处理畜禽粪便、农林废弃物、厨余垃圾和市政污泥等废弃物，处理量 5-20 吨，处理周期 5-7 天，发酵温度可达 70-80℃，可在实现远程监测温度、湿度、氧气和二氧化碳等指标，并能根据参数自动调节通风、转速等技术参数。开发了具有耐高温、生物除臭、污染物降解功能的微生物菌剂，能够根据不同物料特点和用户需求进行调配。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

开发的固体有机废弃物好氧发酵处理设备具有占地面积小、适应性强的特点，可广泛用于畜禽养殖场、堆肥企业、污泥和厨余垃圾的减量化和资源化处理，处理后的产品可以用作有机肥、园林绿化土、土壤改良基质等，也可用于焚烧发电、生物质气化等行业，从而实现固体有机废弃物变废为宝的目的。

知识产权情况

本技术获得发明专利授权 10 余件,发表学术论文 30 余篇,受到山东生态家园环保股份有限公司重点关注,投资成立成果转化公司 1 家(山东莱科能源生态开发有限公司), 为低成本高效绿色资源化利用农业有机固废提供了重要的科技支撑。

成果负责人	司洪宇	职称 / 职务	研究员	手机	0531-85599027
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

固体有机废物制备炭材料及肥料关键技术

成果简介

本项目属于固体有机废弃物资源化利用领域。

中国是农林业大国,每年木质废弃物产量超过 6 亿吨,但资源利用率低、转换利用技术落后的问题严重制约了林产经济的竞争力。木质废弃物的高值化、全量利用已构成农林业可持续发展的瓶颈性难题。为此,国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006-2020) 将“重点研发高效、低成本、大规模农林生物质转化关键技术”列为优先主题,木质废弃物处理与资源化利用已成为重要的国家战略。

核心技术及指标

以活性炭、炭基肥为代表的炭基产品具备彻底解决木质废弃物规模化、高值化利用的潜力。国家林业产业发展“十三五”规划更是将推动生物质炭、肥等产品应用于农业生产、土壤改良等作为重点建设领域。但是,原料的复杂多变、炭产品的品质、成本以及规模化出路等问题,限制了整个技术在木质废弃物加工领域的推广。打通从多样性的原料到炭基产品低成本转化的技术链,是迫切需要解决的“卡脖子”问题。

产业上下游情况介绍, 项目效益分析

本项目在国家 863 计划、国家自然科学基金等项目支持下,以低质炭取代复合肥填充料为突破口,在解决三个核心关键难题的基础上,实现了木质废弃物原料生物造孔、低能耗制炭工艺、炭基缓释肥产品开发等方面的重大创新,构建具有自主知识产权的“基于炭基材料生产关键技术的木质废弃物处理体系”并实现产业化。

知识产权情况

本项目获得发明专利 11 项、实用新型专利 4 项,发表学术论文 30 余篇。项目技术创新得到岑可法院士等国内知名专家的高度认可,有望解决木质废弃物“生产加工”与“完全消化”严重脱节、无法从总量上根本处理的难题,为规模化处理提供了成熟可借鉴的技术途径,有力地促进固体有机废弃物处理处置及资源化利用领域的技术进步。

成果负责人	司洪宇	职称 / 职务	研究员	手机	0531-85599027
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

规模化沼气提纯制备生物天然气技术

成果简介

生物天然气是以有机废弃物厌氧消化产生的沼气为原料,经过分离提纯而得到的品质接近石化天然气的燃气,可并入天然气管网,作为天然气的替代和补充,用于民用和工业燃料。

核心技术及指标

本技术根据我国沼气工程的工艺特点和规模,通过对现有提纯技术的工艺创新和控制水平优化,提高了沼气纯化的效率和甲烷得率,使沼气提纯的能耗和生产成本显著降低。并开发了自动化、标准化、模块化的沼气提纯装置,加强了控制元件和控制系统的开发,提高了系统的稳定性和适应能力。本技术提纯燃气中甲烷含量 > 97%,热值≥ 31.4 MJ/m³,含水率低于 15g/Nm³ (20℃), H₂S 含量不超过 15mg/Nm³,符合天然气国家标准 (GB17820-1999) 和车用压缩天然气标准 (GB18047-2000)。

产业上下游情况介绍, 项目效益分析

大力发展天然气产业,已经成为我国国家能源结构优化和实现低碳发展的重要战略途径。我国的天然气正处于一个快速发展的阶段,供应和消耗量都在快速提升。尽管国家已经通过进口天然气增加国内供应,但是天然气仍然存在短期供应压力,时常出现天然气短缺的局面。根据对可用于沼气生产的生物质资源的调查分析,生物天然气完全可以作为我国天然气供应的重要补充。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权,授权发明专利 5 项。

成果负责人	许海朋	职称 / 职务	副研究员	手机	13869147021
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

用于气体净化的横向气液传质技术和装置

成果简介

该成果属于气体净化领域,在治理雾霾、净化局部空间气体和替代工业高塔领域具有较好的应用前景。

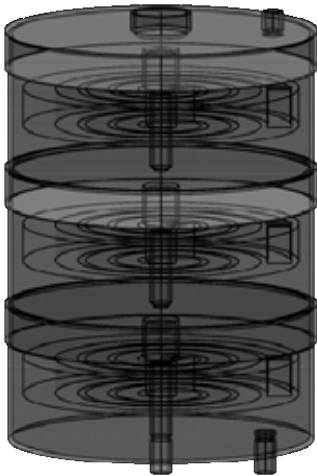
核心技术及指标

该成果核心技术在于提供一种气液接触行程长、接触效果好的气液传质的工艺方法和装置,采用螺旋板或者交替排布的折流板把气液接触空间分割成螺旋气体通道或者折线形气体通道,增大了气液在水平方向的接触行程,能够明显改善气液传质效果。

产业上下游情况介绍, 项目效益分析

该成果技术的应用范围:

- 新风系统、空气净化器、加湿器、移动式焊接烟尘净化器等设备,以净化空气、烟气、尾气和治理扬尘,改善工厂车间、居室、乘用车、大型卖场和局部露天场所的空气质量;



2. 用于气体吸收、水冷等过程的吸收塔、冷水塔，能够大幅降低吸收塔、冷水塔的建设高度。

该成果的突出优点在于

1. 用水净化空气，无其它耗材，避免了滤芯更换问题；
2. 气液接触行程长、接触效果好；
3. 气体阻力小，高效节能。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 2 项。

成果负责人	金付强	职称 / 职务	副研究员	手机	15020017605
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

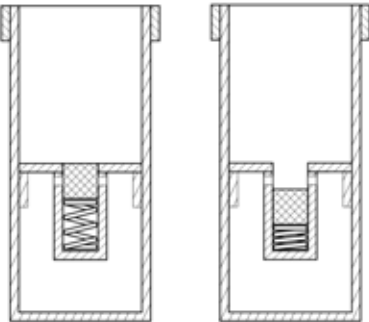
超重力状态下具有自通断功能的离心管

成果简介

该成果提供一种超重力状态下具有自通断功能的离心管，属于化工分离技术领域，在化工与制药、医学实验与检测、生物技术和超重力技术领域具有较好的应用前景。

核心技术及指标

该成果核心技术在于提供一种超重力状态下具有自通断功能的离心管，根据活塞在高速旋转时产生的离心力的大小实现离心管上下两部分的连通和隔断，以解决离心管的隔膜易堵塞、物料易回流等问题，能够实现在超重力状态下直接取样，能够大幅提高超重力技术研究的效率；能够实现一些难分离物料的直接分离，例如生物大分子、血液、均一相溶液等物料的分离。



产业上下游情况介绍，项目效益分析

该成果的突出优点在于：

1. 本技术提出的离心管操作方便，不存在污染和堵塞问题；
 2. 本技术提出的离心管根据活塞在高速旋转时产生的离心力的大小实现离心管上下两部分的连通和隔断，产品结构简单，容易实现批量化生产；
 3. 采用本技术提供的离心管，能够提高溶液的浓度，大幅减少后续处理成本和能耗。
- 产品服务的目标用户：
- 医学实验与检测人员，化工与制药实验人员与生产单位，超重力研究人员，生物技术研究研究人员与生产单位等；
- 该成果技术的应用范围：医学实验与检测，化工与制药，超重力技术，生物技术等，具有较好的应用前景。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项。

成果负责人	金付强	职称 / 职务	副研究员	手机	15020017605
成果成熟度	☒ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

大功率 LED 照明系统关键技术

成果简介

在相同照明强度下，LED 灯电能消耗仅为金属卤素灯的四分之一。在各领域大幅推广 LED 灯照明以代替金属卤素灯，必将节约大量电能。围绕大功率 LED 灯应用，山东省科学院能源所致力于应用基础－共性技术－关键技术－项目示范的全链条研究，开展了高热流热运输强化机理、高热流散热共性技术、大功率 LED 散热关键技术研究以及大功率 LED 灯集成应用项目示范。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

本技术属于 LED 照明领域，上游为 LED 芯片生产领域，经过多年的发展，国内已形成了成熟的 LED 芯片生产产业，而针对大功率 LED 的应用，国内缺少相关的技术，技术附加值高，本项目专注于高技术附加值的高端大功率 LED 应用领域，具有较高的利润率，其利润率约在 40% 以上。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 3 项。

成果负责人	刘志刚	职称 / 职务	研究员 / 所长	手机	13405318366
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

即食对虾干制加工技术及装置

成果简介

南美白对虾是一种味道鲜美、营养丰富和经济价值高的水产品。干制是南美白对虾重要的加工方法之一。目前的干制加工技术存在干制能耗高、干制品品质差和加工前需要漂烫处理等问题。

核心技术及指标

该成果采用过热蒸汽干燥技术对南美白对虾进行干制加工，并研制了南美白对虾干制工艺及装置。采用该工艺及装置对南美白对虾直接进行干制加工，可以省略漂烫工序。该干制工艺干制能耗低、效率高（1 小时左右）、装置易于操作。加工后的南美白对虾干制品口感好、色泽红亮，复水率高，该技术及装置还可以推广应用于其他海洋生物的干制加工。

知识产权情况

已授权并有效发明专利 1 项，实用新型专利 2 项，实质性审查发明专利 1 项。

成果负责人	员冬玲	职称 / 职务	博士	手机	13698638060
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	该装置占地很小，10 kg /h 的生产装置只需要 10 m ² 的场地，设备投资总额在 20 万左右。				



第十三部分
海洋技术科学学部

PART 13
FACULTY OF OCEAN TECHNOLOGY SCIENCES



海洋技术科学学部

学部简介

齐鲁工业大学海洋技术科学学部（以下简称“海洋学部”）是面向国家“海洋强国”和山东“海洋强省”重大战略发展需求，依托齐鲁工业大学优质教育资源和山东省科学院海洋仪器仪表研究所六十余年的科研积累成立的科教融合学部。海洋学部以“关心海洋、认识海洋、经略海洋”为指引，秉承“科教相长、研产相助”发展理念、践行“院所一体、科教融合”发展模式，以“建设一流海洋特色学科群、打造一流海洋特色高等教育品牌”为目标，依托研究所的科研、平台、成果、国合、项目和人才等资源优势，为国家培养海洋领域创新型、精英型高素质人才。

1. 独具教育特色

学部科研实力雄厚、平台优势明显、师资力量强大、国合特色突出、学科潜力巨大，探索出了“学、研、产、用”一体化的育人模式，为本科和研究生人才培养提供了强有力保障。下设海洋技术、测控技术与仪器（海洋测控方向）、海洋信息工程三个本科专业。学部充分考虑新时代社会发展对高素质人才的需求，发挥科教融合优势，努力将学生培养为基础扎实、实践能力强、富有创新精神、国际视野和社会责任感的高素质应用型人才。2022 年测控技术与仪器（海洋测控方向）专业获评省一流专业，2023 年参与申报“智能科学与技术”博士学位授权点获省教育厅推荐。与中国海洋大学、东北大学、哈尔滨工程大学等高校开展硕博硕士研究生联合培养。

2. 师资力量雄厚

海洋学部现有科研人员和专任教师近 300 人，其中高级职称约 150 人，博导和硕导 50 余人。学部设有院士工作站和海洋科学博士后科研工作站。现有全职院士 1 人、兼职院士 1 人、长江学者 2 人、国家杰青 1 人、国家百千万人才工程 2 人、国务院政府特殊津贴人才 4 人，泰山学者攀登计划专家 1 人，泰山学者特聘专家 4 人、山东省突出贡献中青年科学家 4 人、山东省海洋环境监测技术创新团队 1 个、山东省科学院创新团队 2 个、山东省高等学校优秀青年创新团队 2 个，建成了一支高素质、高水平、高技能的教师队伍。

3. 高端平台云集

学部建有国家海洋监测设备工程技术研究中心、国家海洋仪器装备国际联合研究中心、国家海洋监测设备产业技术创新战略联盟和国家海洋高技术领域成果产业化基地 4 个国家级创新平台，山东省海洋监测仪器装备技术重点实验室、山东省海洋监测设备技术创新中心、中国－上海合作组织地方经贸合作示范区海洋科学与技术国际创新中心、青岛市海洋监测装备创新创业共同体等多个省市级创新平台，打造科教产融合全方位发展的生态圈，加速成果做大做强。

4. 科研成果丰硕

学部聚焦海洋科学前沿和应用需求，在海洋环境立体监测、海洋资源开发利用、海洋生态环境保护、防灾减灾、海洋权益维护与海防安全等领域开展了大量基础性、原创性研究和工程技术装备研发等工作；在船舶气象、海洋生态环境监测、海洋台站、海洋遥感、海洋光学、海洋浮标以及水下目标探测等领域取得了多项技术突破，综合实力达到国内甚至国际领先水平。

先后承担国家级、省部级科研项目 400 余项，获国家科技进步奖 4 项、省部级科技进步奖 20 余项、院、市级科技进步奖 40 余项，取得各项专利 600 多项。面对复杂严峻的国际形势，学部大力推进海洋核心传感器与高端仪器国产化，实现了系列水声传感器与仪器、全光纤温盐深传感器、系列生态传感器、气象类传感器、激光水汽浓度传感器等 5 类核心传感器的国产化替代；海洋资料浮标系统处于国内领先地位；船舶气象仪系列产品广泛应用于各类舰船、科学调查船、志愿船及其他民用船只；自动化台站观测系统可靠性强、稳定性高，实现无人值守连续监测，广泛应用于沿海海洋环境监测站、海岛无人值守自动观测站以及海上平台；各类海洋调查工具在国内市场占据主导地位，在海洋科学考察和勘测调查等领域发挥了重要作用。近年通过科技成果转化成立 8 家科技公司，吸引社会资本 5000 余万元。

学部大型仪器设备简介

趸船

仪器简介

趸船试验站主船体总长 42.0m，主船体宽度 19.0m，船深 2.2m，吃水 1.1m，肋距 500mm。趸船试验站目前固定布放在中苑码头。码头满潮时水深约 9m。平均潮位差约为 2.9m。趸船试验站共计三层，其中，第一层有小型实验室 5 个，大型实验室 1 个，第二层有实验室 4 个，第三次有实验室 2 个，共计 12 个实验室。其中位于一层的大型实验室内部配备三相 380v 工业用电，装有行车，实验室内有通海井（尺寸 2mx2m），具有安置较大型试验设备进行试验的能力。另外，一层还单独设有化学实验室一个，内部具有小型通海井、上下水。

可以提供海洋有关的仪器设备进行试验：包括水上仪器、水下仪器、海底仪器等；可作为国家重点研发计划项目装备现场验证试验站、浮标组装改造基地、气象仪试验基地、水声技术试验基地、海底网技术试验基地、海水中放射性技术试验基地、台站岸边试验基地、燃料电池试验基地，并可承接各单位科研试验工作，通用质量特性验证试验、可靠性试验、海洋装备长期拷机验证试验等，作为国内唯一市区内岸边实验站，交通便利，布放安装便捷，可承接各级领导现场参观和莅临指导等。



趸船

步入式高低温交变湿热试验箱

仪器简介

步入式高低温交变湿热试验箱适用于整机或大型零部件进行耐热、耐寒、耐干、耐湿的性能试验，广泛用于航空、航天、汽车、电子、仪器仪表、电工产品、材料、零部件、设备等进行高温试验、低温试验、耐寒试验、低温储存，以便对试验中拟定环境条件变化下的性能、行为做出分析。

仪器主要特点及技术指标

内箱容积 1200mm*2000mm*2500mm，温度范围 -70℃ ~+150℃，湿度范围 10%RH~95%RH。



步入式高低温交变湿热试验箱

盐雾腐蚀试验箱

仪器简介

盐雾试验箱是采用盐雾腐蚀的方式来检测被测样品的分别耐腐蚀的可靠性，盐雾是指大气中由含盐微小液滴所构成的弥散系统，是人工环境三防系列中的一种，很多企业产品需模拟海洋周边气候对产品造成的破坏性，所以盐雾试验箱应运而行。盐雾试验分为中性盐雾和酸性盐雾两种，其区别在于符合的标准与试验方法不同，分别称“NSS”和“CASS”试验，是人工三防气候中最常见的一种测试方法。

仪器主要特点及技术指标

工作室尺寸 850mm×1600mm×600mm，温度范围 +5℃ ~ 55℃，相对湿度 ≥ 85% ~ 98%RH，温度波动度 ≤ ±0.5℃，温度均匀度 ≤ ±2℃，盐雾沉降量 1 ~ 2ml/80cm².h。



盐雾腐蚀试验箱

风洞

仪器简介

风洞实验室，是以人工的方式产生并且控制气流，用来模拟飞行器或实体周围气体的流动情况，并可量度气流对实体的作用效果以及观察物理现象的一种管道状实验设备，它是进行空气动力实验最常用、最有效的工具之一。

风洞实验是飞行器研制工作中的一个不可缺少的组成部分。它不仅在航空和航天工程的研究和发展中起着重要作用，随着工业空气动力学的发展，在交通运输、房屋建筑、风能利用等领域更是不可或缺的。这种实验方法，流动条件容易控制。实验时，常将模型或实物固定在风洞中进行反复吹风，通过测控仪器和设备取得实验数据。风洞实验室还可以对风速风向传感器进行测试对比。

仪器主要特点及技术指标

大试验段宽高为 100mm*100mm，
小试验段宽高为 60mm*60mm，
风速 0—75m/s。



风洞

温湿度、振动三综合实验系统

仪器简介

三综合环境试验系统主要是气候箱和振动试验台的综合，对试件施加温度、湿度、振动应力进行综合环境试验与可靠性试验，该系统能够产生温度、湿度和振动的综合环境，也可以产生单独的温度、湿度、振动等环境。

仪器主要特点及技术指标

温湿度箱体积，2m³，内部尺寸，1200mm*1200mm*1400mm；
温度范围 -70℃ ~+150℃，均匀度 <2℃，波动度 <0.5℃，偏差 <2℃；
湿度范围 30%~98%RH，偏差 +/-5%；
振动台频率范围 2~3000Hz，额定正弦速度 2m/s，正弦推力 22kN，最大位移 51mm，额定承载 500kg。



温湿度、振动三综合实验系统

高压水压实验装置

仪器简介

可以进行深海模拟实验，模拟深海变形实验，模拟深海高压疲劳实验，模拟水压测试。

仪器主要特点及技术指标

压力管直径 310mm，深度 1200mm。模拟压力范围 0~20Mpa。



高压水压实验装置

高精度盐度计

仪器简介

海水水样盐度测量。采用了独特的连续流系统，可使样本水流在低气压条件下从原始样本瓶中流出。一个高稳定度的温控槽和热交换器可在分析期间将该样本准确地维持在所设温度，无需进行温度补偿。广泛用于 CTD 仪的检测、校准；以及液体盐度的检测。

仪器主要特点及技术指标

测量范围盐度 0.005 ~ 42psu；精确度：24 小时内不经重新标准化，精度优于 ± 0.002 psu；最大分辨率：35psu 时，高于 0.0002psu；水槽温度：可选范围为 18℃ ~ 33℃，每 3℃ 一级，精确性达到 ± 0.02 ℃，稳定性达到每天 ± 0.001 ℃。



高精度盐度计

火焰－石墨炉原子吸收光谱仪

仪器简介

测定重金属元素含量。火焰原子化器和石墨炉原子化器能够同时工作，进行常量和痕量无机元素的分析测定。主要用于分析植物、水样、土壤、食品样品等分析，满足分析样品中元素含量的测定。符合国家标准分析方法。

仪器主要特点及技术指标

波长范围：185 ~ 900nm；波长扫描速度：2000nm/min；火焰和石墨炉系统具有两套独立的光学系统。

火焰系统：雾化系统能够耐强酸和有机溶剂；燃烧头耐腐蚀，不发脆，具有防堵设计，能适合高盐样品分析；

石墨炉部分：最高温度 3000C，程序升温，最大升温速度为 2000 °C /s，样品进样重现性：RSD < 1%。



火焰－石墨炉原子吸收光谱仪

总有机碳分析仪

仪器简介

水质检测分析，可检测 TC、IC、TOC、NPOC。

仪器主要特点及技术指标

测定范围（mg/L），TC 0-25000 IC 0-30000；检测限，4μg/L；

测定时间，约 3-4 分钟；进样方式，自动吸样；进样量，10-2000μL 可变。



总有机碳分析仪

双束微纳米高精度成像系统

仪器简介

可以观察和检测非均相有机材料、无机材料及在上述微米、纳米级样品的表面特征。可广泛应用于纳米技术、半导体、电子行业、生命科学、材料科学等领域的材料结构分析；该仪器配备了高性能 X 射线能谱仪，能同时进行样品表层的微区点线面元素的定性、半定量及定量分析，具有形貌、化学组分综合分析能力。应用领域：纳米材料、半导体器件、高分子材料、生物医学、新能源。

双束透镜微成像系统具有高稳定性 Schottky 热场发射器，热更换，具有自动聚焦功能，且可对倾斜样品上的聚焦进行校正。Tomahawk 离子镜筒具备卓越的高电流性能、最大束流 65nA，束流密度 60A / cm²，具有高稳定性，可实现极致样品质量最低 FIB 能量（500ev）。电子束最佳工作距离处分辨率：0.8nm@15KV；1.0nm@1KV 电子束在电子束与离子束重合点处分辨率：0.8nm @ 15kv；加速电压：电子束 200v-30kv，离子束 500v-30kv；探针束流：电子束流 0.8pA-100nA，离子束流 0.1pA-65nA。

螺旋 CT 扫描附件，高精度驱动样品台用于精确螺旋轨迹扫描且样品台垂直行程（z）100mm（一次扫描即可获得样品图像，无需后期图像拼接、无拼接伪影），样品台水平行程（y）400mm，垂直行程（z）100mm，可 360° 旋转。能够提供四种扫描轨迹包括空间填充螺旋轨迹，双螺旋轨迹，螺旋轨迹，圆形轨迹，用于扫描低长径比样品。



双束微纳米高精度成像系统

10 米大型海洋环境监测浮标

成果简介

10 米大型海洋资料浮标能实时测量风速、风向、气温、气压、湿度、雨量、辐射、能见度、波高、波向、波周期、海水温度、盐度、流速、流向、浊度、叶绿素、溶解氧、放射性、营养盐、二氧化碳等，还可以根据搭载的测量仪器进行扩展。

10 米大型海洋环境监测浮标是目前国内浅海海域使用最为广泛、历史最为悠久、技术最为成熟、观测要素最为丰富的浮标一种。除了与其它类型浮标一样可实时、连续提供所监测海域的综合海洋环境参数，它本身所具备的超强抗破坏能力使之成为最能够适应我国沿海海域复杂生存环境的综合海洋环境观测平台。2008 年奥运会、2010 年亚运会等赛事水上项目赛场环境的实时数据的提供均来自此类类型浮标；历年的台风和风暴潮等预报预警过程，也都综合了浮标传回的现场实时数据，为提高我国海洋灾害预警的时效性、准确性提供了可靠依据。

核心技术及指标

- 直径：10m
- 型深：2.2m
- 排水量：≥ 50t
- 横摇角：≤ 30°
- 浮标体寿命：20 年
- 大修周期：3 年
- 水深：10m ~ 200m
- 最大风速：< 80m/s
- 最大波高：< 25m
- 最大潮差：< 12m
- 最大表层流速：< 8kn
- 环境温度：-20℃ ~ +45℃
- 相对湿度：0%-100%



10 米海洋环境监测浮标

知识产权情况

成果负责人	付晓	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	13573811762
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

6 米海洋环境监测浮标

成果简介

6 米海洋环境监测浮标是针对深远海域需要设计的全新深海锚系浮标。结合深海观测仪器和数据传输技术增设系统远程维护技术，有组装式和一体式两种结构，组装式拆解后可适用需要远程陆路、海路运输；一体式则适用于近岸建造后直接下水拖航。浮标可观测风速、风向、气温、湿度、气压、大气 CO2 分压、能见度、降水量、海浪、海流、水温、盐度、浊度、叶绿素、溶解氧、海水 CO2 分压等二十余项海洋观测要素。

核心技术及指标

- 直径：6m
- 横摇角：≤ 40°
- 型深：2.2m
- 水深：5m ~ 5000m
- 排水量：组合式 22t
- 最大表层流速：< 8kn
- 浮标体寿命：15 年
- 大修周期：2 年



6 米海洋环境监测浮标

知识产权情况

成果负责人	付晓	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	13573811762
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

3 米海洋环境监测浮标

成果简介

3 米海洋环境监测浮标采用 EVA 材料表面喷涂聚脲弹性体，结合 316 不锈钢骨架，使其具有优良的抗震缓冲、保温防潮和防腐环保等特性。3 米浮标具备较强的系统集成能力，是最为贴近目前国际主力浮标的类型，也是未来浮标产品出口的重要类型之一。它既适用于近海海域，也可布放于数千米水深的远海海域。

核心技术及指标

直径：3m	横摇角：≤ 40°
型深：0.9m	水深：5m ~ 5000m
排水量：1.5t	最大表层流速：< 6kn
吃水：> 0.4m	大修周期：2 年



3 米海洋环境监测浮标

知识产权情况

成果负责人	付晓	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	13573811762
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

波浪浮标

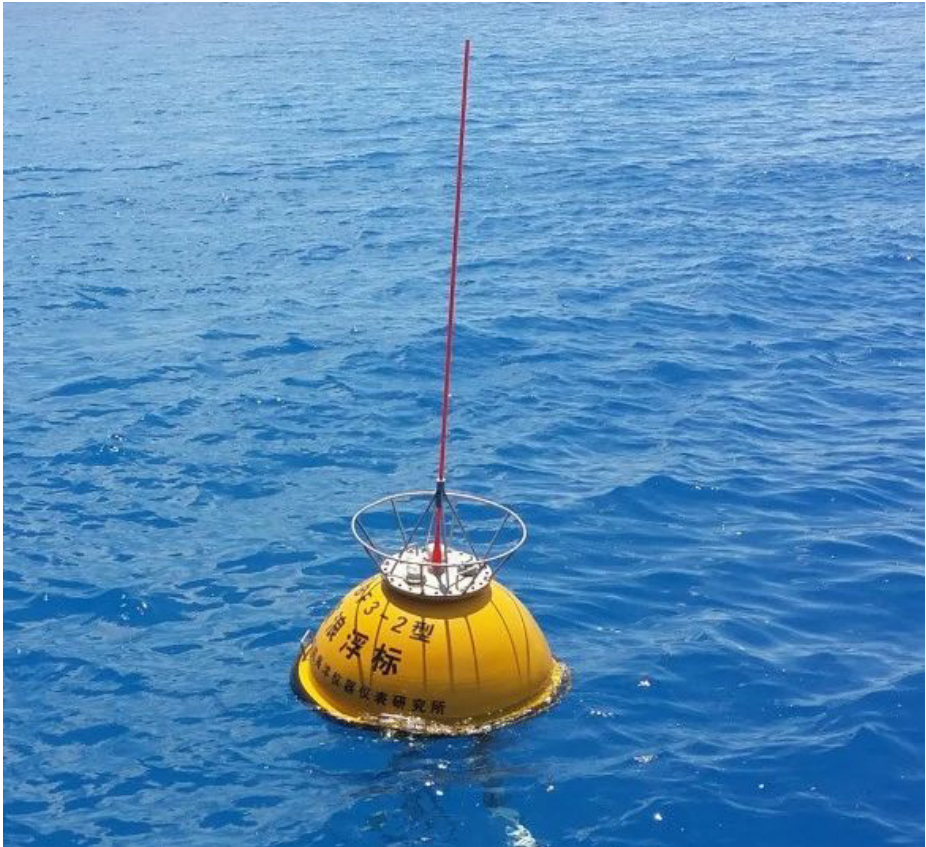
成果简介

波浪浮标是一种监测近海波高、波向和表层水温的小型遥测系统。主要用于海洋管理部门常规波浪监测和海洋环境工程中。目前已有 30 多套波浪浮标分布在我国沿海及内陆湖泊。输出参数有：最大波高及对应周期、1/10 波高及对应周期、有效波高及对应周期、平均波高及对应周期、主要波向及波向分布、表层水温等。

小型测波浮标系列产品。整体近似呈球型，可测量波高、波向、波周期等参数，有 500mm、700mm、800mm、900mm 等几个直径尺寸，并可根据用户需求加装太阳能电池板。

核心技术及指标

波高：
测量范围：0.1m ~ 10m
准确度：± (0.05+3%H)
(高精度版)
分辨率：0.01m
测量范围：0.2m ~ 25m
准确度：± (0.1+5%H)
分辨率：0.1m
(高量程版)
波周期
测量范围：2s ~ 30s
测量准确度：±0.25s
分辨率：0.1s。
波向：
测量范围：0° ~ 360°
准确度：±10°
分辨率：1°。
表层水温：
测量范围：-5℃ ~ 35℃
准确度：±0.1℃
分辨率：0.1℃



波浪浮标

知识产权情况

成果负责人	付晓	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	13573811762
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

海啸浮标

成果简介

2021 年 7 月，海洋学部在西太平洋 5000 米水深处成功布放了一套海啸预警浮标，该浮标为我单位自主设计研发，是我国首套自主研发并业务化运行的海啸预警浮标，填补了我国海啸实时监测预警信息的空白。

海啸预警浮标对海啸的早期预警，是通过监测海啸引起的数千公里外的深海海底微小水压变化，从而自主判断海啸信息并实时将信息传达到相应的监测机构。

我单位自主研发的海啸预警浮标采用了成熟的六米海洋监测浮标系统，国际领先高度集成化的一体式潜标海啸监测单元，第二代宽带数字脉冲技术的水声通讯方式。海啸监测单元对水深的感知精度可达 1 毫米，且测量深度超过 7000 米，大大提高了海啸监测预警的准确性和实时性。

我单位在海啸预警浮标的后续研制过程中，突破了水声通讯的速率限制，提高了海啸监测数据的传输速度，缩短了海啸预警的时间，为海啸监测的可靠业务化运行提供了新的装备。

核心技术及指标

- 抗风浪能力：不小于 13 级台风
- 工作水深：0~7000 米；
- 海上连续工作时间：≥ 2 年
- 海啸触发条件：预期模型值差超过 ±3cm
- 数据采样间隔：15 秒；
- 压力传感器分辨率：≤ 1mm
- 海啸数据记录启动：由海啸探测算法自动启动；也可由岸站系统测试启动；
- 事件触发：双程端到端通信，可按照用户实际需求，由控制中心触发；
- 最大的状态报告间隔：不大于 6 小时；
- 存储容量：不小于 2 年。



海啸浮标

知识产权情况

成果负责人	付晓	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	13573811762
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

激光雷达风场剖面观测浮标

成果简介

FDJ1-1 型 10 米风场激光雷达浮标是根据海洋环境监测预报、极端天气监测预警、海上风资源勘测开发等重大需求进行研制的顶尖技术创新产品。激光雷达浮标深度融合了海洋浮标观测技术和激光雷达测风技术，成功突破了多项关键技术难题，包括高性能海洋浮标平台结构设计技术、浮标平台运动姿态快速高精度检测技术、风场数据补偿修正技术、海洋浮标绿色长周期大功率供电技术、大数据量通信与传输技术等。

激光雷达浮标能够实时、高精度地观测海面以上 10 米到 300 米高度范围内的剖面风场数据，且已经实现了全技术的国产化，彻底打破了国外技术的垄断。该类浮标不仅弥补了传统浮标单点观测的局限，还将激光雷达风场剖面探测技术的优势扩展到了海洋环境中，实现了海面低空三维风场剖面的长期、无人、连续、高精度、精细化、自动化观测。我单位已成功研制并投入使用了超过 50 套各种类型的激光雷达浮标，为海上风电建设、天气预报、防灾减灾以及科学研究等提供了大量的数据支持。

核心技术及指标

- 观测高度：10m ~ 300m
- 风速范围：0 ~ 70 m/s
- 精度 < 0.1 m/s
- 风向范围：0 ~ 360°
- 精度 < 0.5°
- 测量内容：风速（水平和垂直）、风向、紊流强度、风切变
- 具体参数依据搭载不同的激光雷达传感器。



激光雷达风场剖面观测浮标

知识产权情况

成果负责人	付晓	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	13573811762
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

深海剖面观测浮标

成果简介

深远海剖面观测浮标可以在复杂的深远海海洋环境中提供定点、长期、连续、实时、稳定的海洋观测数据，在实现海洋要素点观测的同时，利用一定的技术可实现海气通量垂直剖面的线观测，在监测全球气候变化，研究海洋循环，预测海洋灾害，保护海洋生态，管理海洋资源等方面有着重要作用，是我国深海海洋立体观测网的重要组成部分。

深远海剖面观测浮标以 2.4 米至 6 米直径的浮标体配合 200 米至 6000 米水深的复合锚泊系统可实现深远海气象、水文、水质以及海气通量的剖面观测，通过产品化的设计理念以及标准化的海上作业流程打造最稳定、最可靠的业务化观测浮标。

我单位深远海剖面观测浮标主要用户为自然资源部及所属单位、中国气象局及所属省市局、科研院所、高校、部队等，目前已累计布设近 30 套在位连续业务化运行的深远海剖面观测浮标，广泛应用在中国南海、印度洋、中北太平洋、北大西洋及北冰洋等海域，为我国深远海海洋防灾减灾、预警预报业务及海洋开发、科学研究等提供了宝贵的数据支撑，社会效益显著。



深海剖面观测浮标

核心技术及指标

温度链测量精度：±0.1℃ 水温测量范围：-5℃ ~ +40℃ 测量层数和层深可根据用户要求调整

知识产权情况

成果负责人	付晓	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	13573811762
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

海洋台站自动观测系统

成果简介

SXZ2-2 型海洋台站自动观测系统(海洋水文气象自动观测系统)可安装在大陆沿海洋站、无人岛屿站以及海上观测平台上,可实现水文(潮汐、海浪、表层海水温度、表层海水盐度、海流等)、气象(风、气压、空气温度、相对湿度、降水量、能见度、辐射、光照等)、各种水质以及生态参数数据的自动观测,支持多种通讯方式:无线通讯(GPRS/CDMA)、电台、北斗卫星、铱星等,集成并传输实时观测数据、整点观测数据和定时观测数据。

核心技术及指标

潮位	水温	盐度
测量范围: 0~1000cm	测量范围: -5~50℃	测量范围: 0~45
准确度: ±1cm	准确度: ±0.05℃	准确度: ±0.02
分辨率: 0.1cm	分辨率: 0.01℃	分辨率: 0.01



海洋台站自动观测系统

知识产权情况

成果负责人	惠力	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	13608968786
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

放射性原位监测传感器

成果简介

放射性原位监测传感器是一种低本底 γ 射线多通道能谱检测仪器，能够现场快速的监测各种水体的放射性（包括沿海水域、海水、地下水、湖泊、河流等）并抗恶劣天气的影响。传感器具有自动测量的优点，便携，可灵活应用于各种监测平台。不仅能够提供天然和人工放射性产生的伽玛辐射能谱，而且能够提供放射性总量测量，核素甄别并提供核素的定量分析。满足海洋放射性环境的连续监测、海洋核污染预警、事故应急和海洋科学研究调查等多种用途。

核心技术及指标

能量监测范围：30keV ~3MeV；	外形尺寸：Φ115*470mm；
探测下限：~0.02Bq/L(137Cs , 24 h)；	通讯方式：RS232；
能量分辨率：<7% (137Cs)；	能量刻度：yes；
工作温度：0℃ ~+50℃；通道数：1024；	效率刻度：yes；
工作电压：9 ~ 18V DC；功耗：~2 W；	甄别核素和活度定量计算 (Bq/L)：
质量：~8kg；	¹³¹ I、 ¹³⁷ Cs、 ⁶⁰ Co、 ⁴⁰ K 等。

知识产权情况

成果负责人	孔祥峰	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	15376792027
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				



海水光学溶解氧传感器

成果简介

海水光学溶解氧传感器是一款用于测定海水溶解氧参数的高性能、低功耗的原位传感器。该型传感器能够提供长期稳定，准确，可靠的溶解氧测量数据，可灵活适用于浮标、台站、船载、ROV 等各类海洋监测平台，能够满足海洋环境调查和监测、海洋生态灾害预警、海洋牧场、水产养殖以及科学研究等领域的多种需要。传感器具有体积小、功耗低、响应快、稳定性和重复性较好等优点，方便集成到集成系统和远程监控中使用。

核心技术及指标

溶解氧	温度	其他
分辨率：0.01 mg/L；	分辨率：0.01℃；	工作温度：0-35 ℃；
准确度：±0.2 mg/L；	准确度：±0.1℃；	输出格式：RS232/RS485；
工作范围：0~20 mg/L；	校准范围：0~35℃；	额定功率：<1 W；
校准范围：0~16 mg/L；		工作水深：0-50 m(可扩展)
响应时间：≤ 40 sec；		



知识产权情况

成果负责人	孔祥峰	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	15376792027
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

表层漂流浮标

成果简介

表层漂流浮标具有 4G/ 北斗双通讯保障和 GPS/ 北斗双模定位功能，可定制水帆等吊挂结构和携带一定数量的小型传感器，可测量：温度、盐度、叶绿素、溶解氧、CDOM 等环境参数。该浮标具有体积小、重量轻、耐碰撞、工作稳定、性能可靠、可定制性强等优点。可通过飞机、船舶、无人机、无人艇等多种载具投放于海洋、江河、湖泊等水域指定站位，实现事故快速应急、环境跟踪监测、目标搜索等功能。

核心技术及指标

数传模块：4G/ 北斗双通讯
定位：GPS/ 北斗双模定位
精度：优于 2.5m
测量参数：可定制（温度、盐度、流速、放射性等）
工作频率：1/5/10/30/60min 可调节
续航时间：1 小时工作频率下不低于 3 个月
重量：≤ 15kg
尺寸：φ400mm
工作温度：0~50℃
金刚石薄膜电极海洋温盐深传感器



知识产权情况

成果负责人	孔祥峰	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	15376792027
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

高精度海水 pH 分析仪

成果简介

高精度海水 pH 分析仪是一款以光度法为基础的原位传感器，具有功率低、精密度高、准确度高等特点；体积小，易于安装布放于浮标、岸站、调查船等监测平台，适用于海洋环境的调查和监测，也可为海洋酸化和碳循环等需要较高海水 pH 精度的科学研究提供测量数据。

核心技术及指标

测量范围：7.0 ~ 8.6 pH	最大工作深度：50m
准确度：±0.005 pH	体积：Φ 125 mm（直径）× 600 mm（高度）
精密度：0.002 pH	质量：3kg
测量时间：5 min	供电：12V DC
环境条件：温度 5~35℃ (盐度 0~40)；	功率：平均小于 4W
温度：<5℃ (盐度 >35)	通讯接口：RS485



知识产权情况

成果负责人	孔祥峰	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	15376792027
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

石油烃传感器

成果简介

石油烃传感器（HC4100）采用紫外荧光分析法，是新一代高精度石油烃传感器，可同时测定水中轻质油，重质油浓度及水体温度，光学窗口表面镀有防油沾附的纳米涂层，自带双量程自适应功能,可解决过高或过低浓度误差较大问题。传感器完全具备自主研发产权等核心技术，可广泛适用于湖泊、海洋、炼油厂及油田排废口的水体环境监测。

核心技术及指标

测量范围：0 ~ 500μg/L（可扩展）	无故障运行时间：≥ 1000h
准确度：±5%FS	供电：9~18V DC
分辨率：1μg/L	体积：φ76x240mm
响应时间：≤ 2s	水深：0 ~ 50m
通信方式：RS485/RS232/ 模拟信号	温度：-5 ~ 50℃



知识产权情况

成果负责人	孔祥峰	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	15376792027
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

大气气溶胶激光雷达

成果简介

系列化大气气溶胶激光雷达包括扫描式气溶胶激光雷达、微脉冲偏振激光雷达、（船载）多波长偏振拉曼气溶胶激光雷达，团队对大气气溶胶的光学特性、微物理特性分析与研究，尤其在污染天气下，对污染层气溶胶分布特征、传输特性以及颗粒物浓度分布等观测与研究具有重要的作用，在气象、环保、海洋大气监测等领域开展了长期的观测应用。在国内首次利用多波长气溶胶激光雷达进行了海洋大气气溶胶走航监测，并开展了 1 年以上的海洋大气环境联合观测。参加了中国气象局组织的大城市综合观测实验，开展了长期的业务化观测，为大气环境研究、重大灾害天气精准监测提供了技术保障，2019 年国庆 70 周年与北京冬奥会期间提供了细致周到的气象保障服务。

核心技术及指标

提出激光雷达光路自准直结构与方法，突破了移动平台姿态校正和动态补偿算法等关键技术，提高了微弱信号检测和噪声抑制能力，建立了大气气溶胶光学参数、微物理参数反演算法，设计并研发了数据采集和控制软件，显著提高了系统的探测能力、智能化和鲁棒性，整体性能达到国内领先水平。

主要技术指标是以 355 nm/532 nm/1064 nm 单波长或多波长激光为探测光源，实现 15 km 高度范围内大气气溶胶光学与微物理特性参数的高时空分辨率探测，时间分辨率 1 min（可调），最小距离分辨了 3.75 m。通过观测数据可以进一步分析大气气溶胶与云的时空分布、演变特征，大气边界层的结构和时空演变特征，大气气溶胶消光系数、后向散射系数与气溶胶退偏振比时空变化特征，云底高度与云层厚度，沙尘、雾霾、降雨等典型天气过程观测。

知识产权情况

本项目先后获发明专利 7 项，获实用新型专利 10 余项。其中以 4 项知识产权完成成果转化 1 项，技术作价 1200 万元，吸引社会资本 520 万元，注册成立山东山科神光科技有限公司。项目先后获青岛市科技进步一等奖、山东省科技进步二等奖、山东省海洋科技创新奖一等奖等奖励 8 项。



成果负责人	陈超	职称 / 职务	团队负责人	手机	18562607126
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	需要面积不低于 300 m² 的实验室，用于激光雷达的组装与调试，需要配备功率计 / 能量计、示波器、波长计、探测器等仪器，投入资金额度不低于 1000 万。				

金刚石薄膜温盐深传感器

成果简介

温盐深传感器（CTD）是获取温度、盐度、深度等海洋最基本物理参量的高端设备，是海洋科学研究、业务化观测、国防等领域获取水文动力要素信息的核心装备。基于新一代海洋核心传感材料－金刚石薄膜传感电极材料，项目研发的金刚石薄膜电极式温盐深传感器，可广泛应用于海洋环流与气候预测预报、关键海域水下战场环境信息和目标探测，对于海洋国防建设、海洋经济开发、海洋环境保护等均具有非常重要的意义。项目成果将有效打破目前国内高端海洋温盐深传感器主要依赖进口，特别是国防领域被美国禁运的现实困境。

通过对金刚石薄膜引入硼掺杂元素，硼掺杂金刚石（BDD）薄膜材料在拥有本征金刚石薄膜的物理化学性质稳定、机械强度高、抗腐蚀性强等性能优势的基础上，具有电化学窗口宽、背景电流低、导电性能高等优异性能，有效解决传统铂黑电极镀层结合强度低、易脱落等导致的信号漂移等固有技术瓶颈，可以满足海洋盐度传感器长期稳定工作的需要，在海洋传感领域具有广阔的应用前景。

核心技术及指标

突破高性能金刚石传感材料制备与性能调控技术。攻克高温下金属环、石英环、石英管等异形基底的选区沉积技术，解决晶粒尺寸调控、结构应力与结合强度优化等技术瓶颈。

温度测量范围：-2-40℃；
温度测量精度：±0.002℃；
温度年漂移：0.002℃/Y；
电导率测量范围：2-70mS/cm；
电导率测量精度：±0.003mS/cm；
电导率年漂移：±0.003mS/cm/M；
深度测量范围：0-2000m；
深度测量精度：0.05%F.S.；
深度年漂移：0.05%F.S./Y。



知识产权情况

本项目先后获发明专利 14 项，获实用新型专利 20 余项。其中以 12 项知识产权完成转化 1 项，作价 2990 万元，吸引社会资本 1010 万元，注册成立青岛浦泽海洋科技有限公司。项目先后获获中国发明创业奖创新奖一等奖、山东省科技进步二等奖、中国海洋工程科学技术奖特等奖等奖励 9 项。

成果负责人	盖志刚	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	15898886273
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☒ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

硼掺杂金刚石薄膜电极电化学高级氧化污水处理系统

成果简介

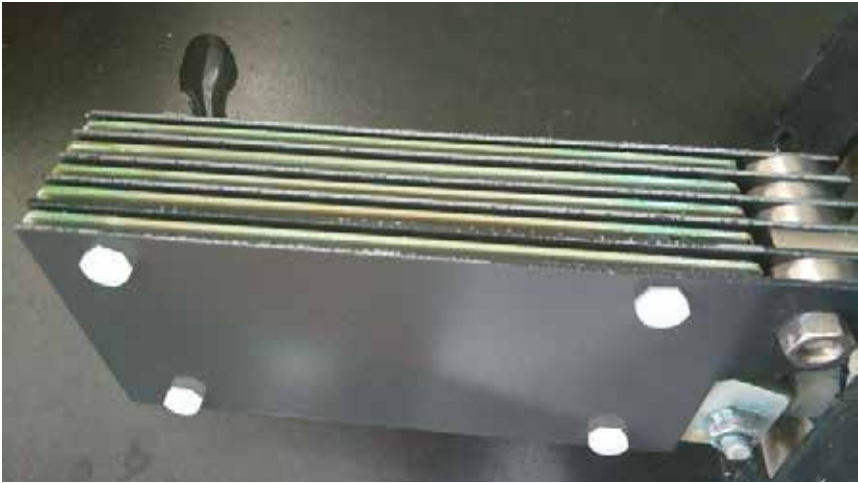
电化学氧化技术是利用阳极的高电位和有催化活性的阳极反应产生具有强氧化能力的高活性羟基自由基等强氧化剂，从而氧化水中的各类有机污染物和细菌，再通过“冷焚烧”的方式将其转化为可生物降解的小分子有机物和二氧化碳、水等无毒无机物，达到去除污染物的目的。该项技术需要的所有有效成分直接来源于水分子本身，不需要添加任何化学物质，避免了二次污染和成本增加的问题，可以有效处理超高浓度、高毒性有机污染物，易于实现自动化、操作简单、费用低、环境友好。此外，这项技术的电能利用率和 COD 去除率高达 99% 以上，设备占地空间小。

金刚石薄膜电极在电化学高级氧化处理难降解有机废水方面具有无可比拟的优势：首先，金刚石薄膜电极具有宽的电化学窗口（-3 V）和高的析氧电位，相比目前广泛使用的金属氧化物电极（析氧电位在 1.5 V 左右）和石墨电极（析氧电位在 1.8 V 左右），金刚石薄膜电极的析氧电位可达 2.4 V。其次，金刚石薄膜电极具有很低且稳定的伏安背景电流（50μA/cm2），可以提高检测灵敏度和重现性，同时具有低吸附和抵抗钝化能力、足够的机械稳定性和恶劣环境下长时间工作的电化学稳定性等优点，是目前电化学氧化有机污染物装置中最具前景的阳极材料。该电极在电解过程中不会消耗电极材料、不会产生阳极沉淀物、不产生电极中毒现象、服役时间长、在强酸强碱腐蚀介质中稳定性性能好。因此，金刚石薄膜电极是设计电化学阳极氧化处理污水有机污染物装置的首选材料，开发以其为核心部件的污水净化装置具有广阔的市场前景。

完成了叠层电解池流场、电场与温度场的耦合设计；实现了电解池流道优化及阴阳极切换设计，完成小试、中试系统研制。

核心技术及指标

电极材料：BDD 硼掺杂金刚石薄膜电极
电极尺寸：> 100×130 mm2
温度范围：0-80oC
pH 范围：0-14
COD 处理范围：不限
COD/TOC 去除率：> 95%
色度去除率：100%
杀菌率：> 99%



知识产权情况

本项目申请专利 7 项，其中发明专利 4 项，授权专利 5 项，其中发明专利 2 项。

成果负责人	盖志刚	职称 / 职务	研究员 / 团队负责人	手机	15898886273
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				



第十四部分 齐鲁工业大学（山东省科学院）菏泽校区（分院）

Part 14
HEZE BRANCH, QILU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (SHANDONG ACADEMY OF SCIENCES)





齐鲁工业大学(山东省科学院)菏泽校区(分院)

学部简介

齐鲁工业大学（山东省科学院）菏泽校区（分院），占地面积 568 亩，建筑面积 17 万平方米。设有化学工程与工艺、化学、制药工程、市场营销、人力资源管理、行政管理、食品科学与工程、高分子材料与工程、功能材料、行政管理、信息管理与信息系统（互联网营销）11 个本科专业。

菏泽校区（分院）紧紧围绕立德树人根本任务，以培养应用研究型人才为己任，坚持特色引领、内涵发展。同时充分发挥科教融合优势，积极探索“重基础、宽领域、学科交叉”的人才培养新模式，全力构建“教学、科研、实践、转化”一体化的科教产协同育人体系。校区（分院）环境优美，学风优良，考研率稳居全校前列，在全国大学生英语竞赛、“挑战杯”、“互联网+”竞赛、大学生创新创业大赛等赛事获奖屡创新高；荣获红旗团委、省级文明校园、省志愿服务先进集体、省社会实践先进集体等荣誉称号。

菏泽校区（分院）建有“山东省生物工程技术创新中心”、“山东省药食同源资源开发与健康产品创制国际联合实验室”等省级科研平台，积极承担国家和省重大战略任务。紧密围绕菏泽市“231”产业体系，在生物医药、化工、新材料领域关键技术攻关、科技成果转化、科技合作方面取得了一系列高水平科研成果，为区域经济高质量发展提供创新驱动力。

菏泽校区（分院）围绕打造“以国家级领军人才为首席专家，以省级人才为重要支柱，以青年博士专业技术人员为主体”的创新团队的目标，不断优化人才资源配置。现有顶尖人才 5 人、海外高层次人才 7 人、国家级人才 3、省级人才 9 人，高级职称研发人员 12 人，博士学历科研人员 14 人，其他中级以上硕士学历科研人员 15 人。

科研团队依托山东省生物工程技术创新中心、山东省药食同源资源开发与健康产品创制国际联合实验室，累计立项国家级和省部级竞争性课题项目 88 项，项目获资助总额 6000 余万元。依托各科研任务，累计授权国内发明专利 110 项，国外专利 10 项；制定地方标准 2 项，团体标准 6 项，行业标准 3 项；参与国家标准样品研复制计划项目 6 项；登记软件著作权 16 项；发表高水平研究论文 170 余篇。

学部大型仪器设备简介

气相色谱质谱联用仪

仪器简介

适用于样品的快速、定性检测，可以广泛应用在化工及相关领域的检测分析中，如精细化工生产过程混合物料组成分析、环境工程中常规水污染物定性排查及挥发性有机物分析、材料化工中添加剂的鉴定等。

型号：安捷伦 8860-5977B

仪器主要特点及技术指标

质量数范围 :1.6-1050amu，以 0.1 amu 递增；

分辨率：单位质量数分辨；

灵敏度：(用 HP-5MS 30m*0.25mm*0.25um 毛细柱测定时)

1. 全扫描灵敏度：EI 源 --1pg 八氟萘 (OFN)，信 / 噪比 ≥ 1000:1 (惰性离子源，扫描范围 :50-300amu)；

2. 选择离子模式检测 (SIM) 灵敏度 (EI 源)：仪器最低检出限 (IDL) ≤ 24 fg 八氟萘 (OFN)；

质量轴稳定性：优于 0.10amu/48 小时；

最大扫描速率：12500 amu/s(惰性离子源)；

动态范围：全动态范围 ≥ 106。



智能活细胞成像系统

仪器简介

是一款独特设计的整合化可升级的活细胞检测系统，它整合了全自动数字宽视场显微镜和方便的多功能微孔板检测仪，可以同时提供细胞的表型信息及基于孔板检测的定量数据信息。配合多种物镜，最高可达 60x 放大，显微镜模块可以提供高质量的细胞及亚细胞的图像，并兼容荧光场、明场、H&E 染色和相差检测模式。

型号：Cytation 5

仪器主要特点及技术指标

孔板类型：6-1536 孔板，显微镜玻片，细胞培养瓶和培养皿兼容 Take3 微量检测板，进行体积为 2μL 的样品检测

温度控制：最高 60℃

物镜载量：6

空气镜：1.25x, 2.5x, 4x, 10x, 20x, 40x, 60x

分辨率：0.3μm/ 像素点 20x

波长范围：光栅 250-850nm、滤光片 200-850nm



实时荧光定量 PCR 仪

仪器简介

实时荧光定量 PCR 系统利用了 PCR 技术的 DNA 高效扩增、核酸杂交的高特异性和光谱技术的精确定量功能，克服常规 PCR 检测的一些不足，准确计算待测样品模板的初始浓度，实现绝对定量。

型号：Quant Studio 5

仪器主要特点及技术指标

样品容量：96*0.2ml，96 孔板，8 联排管，0.2ml 单管

检测通道数：6

反应体系：10-100ul

光源：强白色 LED，检测器 CCD

样本升降温速度：3.66° C/s

温控范围：0-100℃，均一性 ±0.4° C，准确性 ±0.25° C

激发 / 发射波波长：450 – 680 nm/500 – 730 nm



微型气相色谱分析仪

仪器简介

Micro GC Fusion 可程序升温的微型气相色谱仪，是新一代的便携式微型气相色谱仪，它在经典的微型色谱技术基础上，融入了色谱柱快速程序升温及一系列加强用户使用体验的功能，凭借其灵巧的设计，使用者可在取样现场进行快速的气体分析。

型号：Micro GC Fusion

仪器主要特点及技术指标

测量气体对象：CH₄、CO₂、C₂H₆、C₃H₄、C₃H₆、C₃H₈、C₄H₈ 等

可编程柱温：35-250℃或柱相最大，可恒温和程序升温操作

进样体积：130 μL

微型进样器温度：40-100℃恒温操作

进样口及内部进样管路温度：>100℃

检测器：微型热导检测器（TCD），惠斯通电桥原理

分析浓度范围：1ppm-100%，正己烷（WCOT 柱）

重复性：好于 ±1%



正置显微镜

仪器简介

正置显微镜具有极高的灵活性，适用于检查病理学组织样品或评估细胞学材料。多种可互换的组件，配置高度灵活，透射光、反射光或荧光，均可根据需要进行配置。应用广泛：解剖学研究、显微镜活体检查、多荧光标记等。

型号：Axio Scope A1

仪器主要特点及技术指标

光学系统：ICCS 光学系统

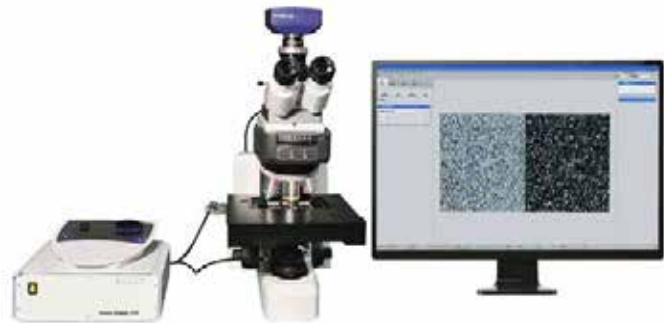
镜体：5 种镜体，23 种组合，FEM 设计 ,ACR 位置编码

物镜：5×、10×、20×、50×、100×，目镜：10×/23

观察功能转盘：2、4、6 三种模块盒

反射光：明场、ADF 暗场、圆偏光、微分干涉、荧光

透射光：明场、ADF 暗场、圆偏光、相衬



流式细胞仪

仪器简介

用于检测细胞活性、细胞凋亡检测、细胞绝对计数、细胞特异性抗原表达、细胞因子检测、蛋白质磷酸化检测、细胞周期分析等。

型号：BD Accuri C6 Plus

仪器主要特点及技术指标

光路信息：

激发器	检测器	滤光片	检测荧光
488nm	FL1	533/30	FITC、GFP、Alexa488
	FL2	585/40	PE、PI
	FL3	670LP	PI、PerCP、PerCP-Cy5.5、PE-Cy5、PE-Cy7
640nm	FL4	675/25	APC、PE-Cy5、Alexa647



可支持的荧光染料：

BD Accuri™ C6 Plus Fluorochrome/Dye Reference

Excitation Laser Line (nm)	Fluorescence Channel	Reagents provided by BD Biosciences			
488	FL1 Green	BD Horizon™ B8515	FITC	Alexa Fluor® 488	BD Horizon™ CFSE
	FL2 Yellow	PE	PI		
	FL3 Red	7-AAD	PerCP	PerCP-Cy5.5	PE-Cy7
640	FL4 Red	APC	Alexa Fluor® 647		

跨越 107.2 的超高动态范围，免调电压

特色植物活性成分精准发现与高效制备技术

成果简介

特色植物是复杂的物质体系，含有多结构类型的化学成分，且多数活性成分为微量成分，如何精准发现与高效制备活性成分是重要难点。我国特色植物资源丰富，但资源利用率较低，活性成分基础数据及分析分离技术不完善不系统，限制了相关产业的发展。本成果构建了植物成分精准发现及高效分离技术体系，批量制备 600 余个功能组分 / 单体，研制新型高速逆流色谱仪，创新开发 3D 打印分离核心模块，专利技术成功转化并获济南知识产权创新大赛第四名，获省高校科技进步一等奖。

核心技术及指标

- 核心技术：建立植物复杂基质中活性成分精准发现技术，突破微量成分定向富集的技术瓶颈，实现了化合物的精准发现，及目标化合物高效快速、高选择特异性富集。构建了循环分离、梯度分离、化学修饰改性等分离模式，解决了极性相近组分的分离难题，基于高速逆流色谱、制备液相色谱等技术，建立了多技术耦合分离体系。
- 成果的创新点：
 - 基于本成果的技术方法，研制了包括黄芩苷、绿原酸、银杏内酯、丹参酮 IIA 等在内的 25 项国家标准样品，涉及黄酮、有机酸、萜类等多种天然活性成分类型。这些成分多以结构类似的“同族物”形式存在于植物复杂基质中，且极性相近、含量低，分离制备困难，本成果的技术方法可应用于相关类似物的分离中。
 - 本成果构建了集成度较高的天然活性物质高效、快速分离制备新技术体系，有效缓解了传统的植物活性成分研究分离流程较繁琐，分离效率低、死吸附严重、方法重现性差、溶剂消耗量大等问题。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 12 项，实用新型专利 5 项。

成果负责人	王岱杰	职称 / 职务	研究员	手机	15965317581
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

药食同源西洋参黑参加工技术

成果简介

西洋参是五加科人参属植物，富含多种皂苷、多糖、氨基酸等成分，具有清热解燥、养阴补气的功效，是我国重要的药食同源植物资源，开发潜力巨大。目前常见的西洋参加工品包括白参、红参及黑参，其中黑参能够产生稀有皂苷、酚类化合物等成分，药用活性更高。然而，西洋参黑参的传统加工存在繁琐耗时的问题，且加工后的成品坚硬粗糙，同时西洋参黑参加工前后均存在苦味，影响依从性。本成果开发了西洋参黑参的制备工艺及蒸汽爆破加工方法，有效简化了制备过程，有助于促进化学物质的溶出，提高生物活性，且能够降低西洋参黑参的苦味，具有环保、高效的优势。

核心技术及指标

- 核心技术：建立了一种西洋参黑参的新型制备工艺，通过调整加热方式控制温度湿度，提供了一种工艺显著简化的、有效缩短生产周期的、适用于工业扩大化生产的黑参制备方法。优化建立了西洋参的蒸汽爆破加工技术，提高西洋参产品中的还原糖、稀有皂苷含量，同时降低产品的苦味。

- 指标：西洋参黑参中 Rg3、Rd 和 Rg5 等稀有人参皂苷的含量相比传统方法制备的黑参含量更高，加工后的黑参的抗氧化活性相较于白参提高 2~8 倍。西洋参经蒸汽爆破加工技术处理后，生成新的皂苷成分 20(S)-Rg3 和 Rk1，四种稀有皂苷的总含量较传统蒸制黑参中增加 10% 以上。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项，申请国家发明专利 1 项，已进入实质审查阶段。

成果负责人	王岱杰	职称 / 职务	研究员	手机	15965317581
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

功能性油脂微囊化加工技术及产品研发

成果简介

微胶囊技术是指将有效成分包埋，形成半透膜或封闭膜的技术。所加工功能油脂微囊粉，不使用化学溶剂，绿色环保，有益于食用者的身体健康；整个过程始终维持在较低温度，能最大限度地保持功能性成分的活性，还能赋予其诸多新的优良特性：微囊粉受温度等环境因素影响程度较小，贮藏稳定性提高，可延长油脂的货架期；改善了油脂的分散性，对水的溶解性、乳化分散能力都明显显著增强。本成果建立的功能油脂微囊化技术，研发新型复合微囊粉产品，通过优化配方延缓油脂的氧化性，减少防腐类添加剂的使用，改变直接饮用、胶囊服用等形式，采用冲泡的饮用方式，补充含功能性油脂产品的营养成分并丰富其口感，口感醇厚，适应市场消费者需求。

核心技术及指标

- 核心技术：建立功能性油脂类成分微囊化技术，优化油类辅料、果蔬提取物等组分复配技术，研发新型复合微囊粉产品。
- 成果的创新点：将微囊化技术应用到本产品中，可将本身不稳定、易氧化变质的液状油脂制成固态细腻的粉末油脂，从而有效地提高油脂的稳定性，延长产品的货架期，拓宽了油脂的应用范围。本产品以冲泡的形式饮用，相比传统调味直接饮用功能性油脂或包裹外皮胶囊服用的形式，更方便快捷，更加适应当前市场消费者需求。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 12 项，实用新型专利 5 项。

成果负责人	王岱杰	职称 / 职务	研究员	手机	15965317581
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛创新生产技术

成果简介

6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛是有机合成的重要中间体，主要用于医药中间体，有机合成，有机溶剂，也可应用于染料生产、农药生产及香料等方面。本产品是新颖的医药中间体，有很大的医用价值，其合成困难，市场价格昂贵，目前的制备方法制备复杂，且目前公开的文献中没有公开过 6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛的合成方法，现在缺乏一种高效，高收率的 6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛制备方法。

本成果提供一种 6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛的制备方法，用以解决现有技术中的缺陷。采用廉价易得的 2- 氨基 -5- 溴吡啶与 N,N- 二甲基甲酰胺二甲基缩醛为起始原料，搅拌反应得得到 N,N- 二甲基 -N'-2-(5- 溴 - 吡啶) 基 - 甲胂中间体; 再将 N,N- 二甲基 -N'-2-(5- 溴 - 吡啶) 基 - 甲胂中间体加入溶剂中，再加入氯乙醛反应，得固体混合物; 将固体混合物溶于乙酸乙酯，用水和饱和食盐水洗涤，用无水硫酸钠干燥，过滤，除去乙酸乙酯，得 6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛粗品; 将 6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛粗品重结晶，过滤，得 6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛纯品。

核心技术及指标

本成果的制备方法中反应原料比较易得，价格合理，反应条件温和，易于操作，后处理简单，且产品质量稳定，纯度高。

成果的创新点有：

1. 创新合成路线，化学选择性好、产率高，收率达到 86.7%。
2. 选用新型结晶溶剂，产品纯度高达 99.6%，各项指标均优于国外进口品，实现进口替代。
3. 工艺路线简单，操作简便、避免柱层析分离，生产成本低廉，具备工业化生产能力。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

6- 溴咪唑并 [1.2-a] 吡啶 -3- 甲醛是有机合成的重要中间体，主要用于医药中间体，有机合成，有机溶剂，也可应用于染料生产、农药生产及香料等方面。本产品是新颖的医药中间体，有很大的医用价值，其合成困难，市场价格昂贵，2023 年 6- 氯咪唑并 [1,2-b] 哒嗪 -3- 甲胂的市场规模约 1.5 亿元。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项，实用新型专利 2 项。

成果负责人	程伟	职称 / 职务	工程师	手机	17866693115
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

关键医药中间体氯甲胂清洁生产技术

成果简介

6- 氯咪唑并 [1,2-b] 哒嗪 -3- 甲胂（氯甲胂）是 Ponatinib、Simendan、BMS-986260 等 16 余种抗癌药物生产的关键中间体，2023 年 6- 氯咪唑并 [1,2-b] 哒嗪 -3- 甲胂的市场规模约 5 亿元，市场需求巨大。6- 氯咪唑并 [1,2-b] 哒嗪 -3- 甲胂现有合成技术采用柱层析分离纯化、操作复杂，收率较低、难以放大工业生产，生产成本昂贵、反应选择性差，生产过程中产生大量危废、环境污染严重，产品质量低、纯度仅有 95% 左右，难以满足药物需求。本成果开发出氯甲胂清洁生产技术，具有化学选择性好、成本低廉、操作简便、收率高、避免柱层析分离、适合工业化生产的特点。

核心技术及指标

成果采用以水合肼和马来酸酐为起始原料，在酸催化下发生缩合反应，再用三氯氧磷进行氯化，与氨水发生氨解反应，接着与 N,N- 二甲基甲酰胺二甲基缩醛进行亚胺化反应，最后与溴乙胂发生关环缩合共 5 步反应合成，总收率为 69.4%，产品纯度高达 99.1%。

成果的创新点：

1. 创新合成路线，化学选择性好、产率高，收率达到 69.4%，收率提高了 26.1%。
2. 选用新型结晶溶剂，产品纯度高达 99.1%，各项指标均优于国外进口品，实现进口替代。
3. 工艺路线简单，操作简便、避免柱层析分离，生产成本低廉，在国内首次实现百公斤级别生产。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

氯甲胂是 Ponatinib、Simendan、BMS-986260 等 16 余种抗癌药物生产的关键中间体，2023 年 6- 氯咪唑并 [1,2-b] 哒嗪 -3- 甲胂的市场规模约 5 亿元，市场需求巨大。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项，实用新型专利 2 项。

成果负责人	程伟	职称 / 职务	工程师	手机	17866693115
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☒ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☒ 许可使用 ☐ 合作开发				
其他要求	无				

大气气溶胶三维立体监测技术体系构建与应用

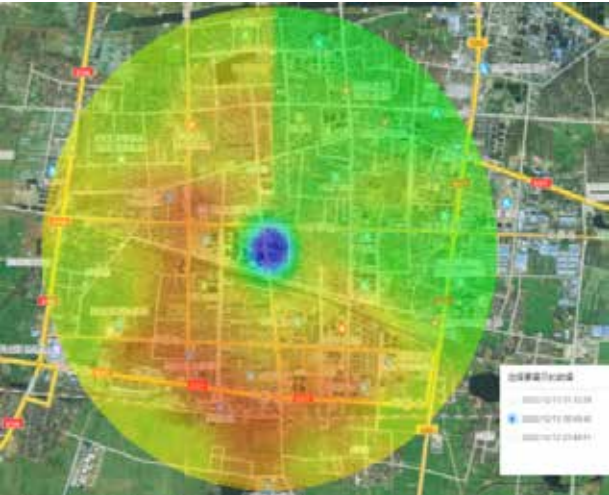
成果简介

针对大气污染问题突出、PM_{2.5} 来源贡献不清楚、排放源摸排困难的现状，本成果将大气气溶胶雷达扫描监测技术、移动走航监测技术、无人机遥感监测技术与气团传输模拟分析技术相结合，构建了大气气溶胶三维立体监测技术体系，实现了重点监控区域大气气溶胶排放源的高效定位和精准防控。本成果主要用于大气气溶胶综合防控咨询服务项目，目前已在县（区）级以上范围开展示范应用，使目标县（区）环境空气质量排名有效提升，成效显著。

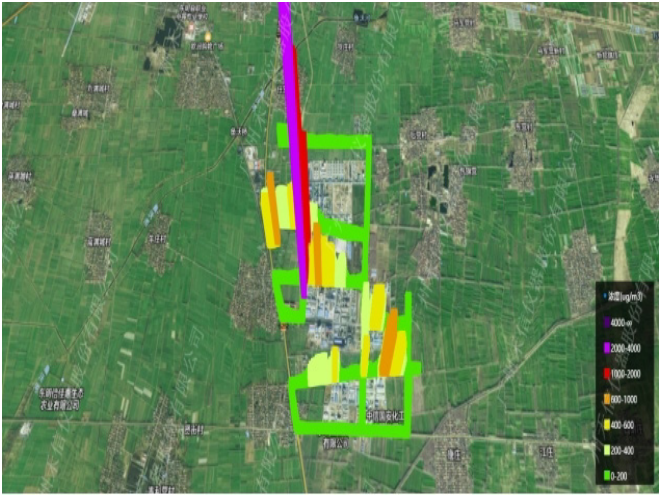
核心技术及指标

运用最新大气气溶胶水平、垂直、空间三维立体智慧化监测技术，并耦合气团传输模拟技术，实现气溶胶排放源的精准定位，从水平、垂直、空间三个维度对气溶胶完成定性和定量分析，有效对重点监控区域 3-5 Km 范围内气溶胶水平剖面浓度长周期持续监测，并对重点排查区域气溶胶垂直浓度及化学构成完成实时智慧化分析，具有自动化程度高、人力耗用少、技术更先进、定位更精准、排查更高效等特点，适用于重点监控区域高污染排放源的精准溯源。

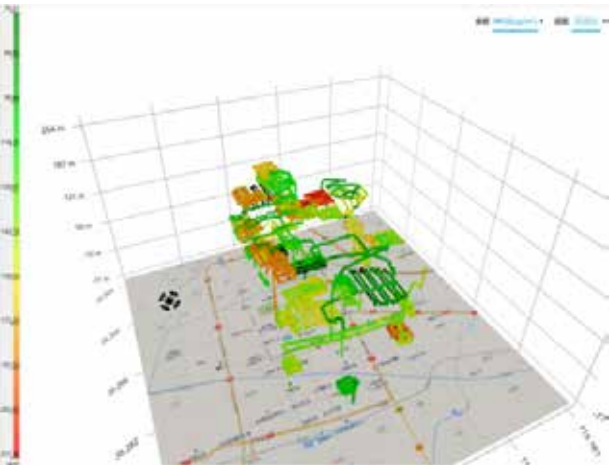
1. 监测范围：根据实际需要，气溶胶雷达扫描可在 3-5 Km 范围自主调控，空间分辨率≤ 10m，时间分辨率为 30s-30min；
2. 自动化性能：可实现重点监控区域持续自动监测，并有效实时分析≥ 30 种以上化学成分；
3. 人力成本：最低人员配备可≤ 5 人；
4. 精准度：可将排放源摸排范围缩小至 100 m 范围以内；
5. 时间延伸度：可模拟分析任意时段气团传输特征；
6. 机动性情况：智能化移动监测，不受地域限制；



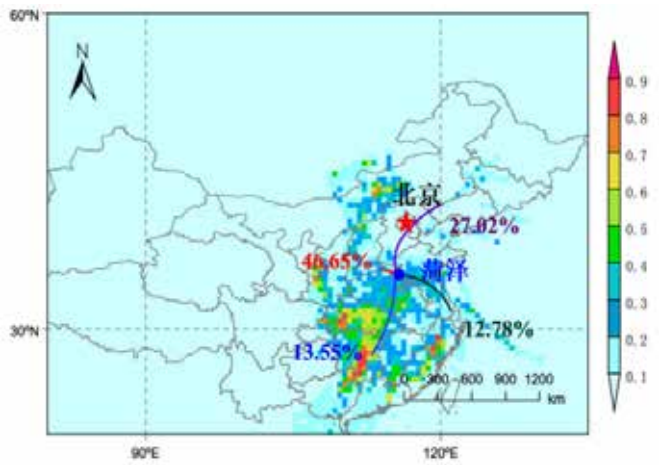
海洋站自动观测系统



移动走航监测



无人机遥感监测



气团传输模拟分析

知识产权情况

本成果发表学术论文 5 篇，正在申请国家发明专利 1 项，已进入实质审查阶段，获山东环境保护科学技术二等奖 2 项。

成果负责人	徐先莽	职称 / 职务	讲师	手机	13573797703
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☒ 技术转让 ☐ 技术开发 ☒ 技术入股 ☒ 股权投资 ☒ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

欧洲铁路货车用有机合成闸瓦研究与产业化

成果简介

欧洲铁路货车用有机合成闸瓦研究与产业化项目，运用先进有机合成材料，开发适用于欧洲铁路货车用的闸瓦，实现产业化，打破欧洲铁路货车用有机合成闸瓦市场的垄断现象。本项目在保持现有样品材料配比的情况下，优化摩擦材料及润滑材料成分配比，探寻本产品材料配比中原材料对产品各项性能的影响，并有针对性的对影响较大的原材料进行各项性能的检测，确定其技术标准，为之后大批量生产集中采购原材料打基础。最终实现产品质量的稳定性及打破国外垄断，实现国产化替代。

核心技术及指标

- 核心技术：突破了材料成分配比关键技术，确立了新的生产工艺流程及参数，编制了相关生产及检验文件，并在厂内实现批量转化，该产品具有合适的摩擦系数、高耐热性能、低磨损率和良好的制动匹配性、制动盘磨损小等特点。
- 指标：获得国际铁路联盟 UIC 认证，并取得 UIC 产品认证证书，产品 $0.14 < \text{空载摩擦系数} < 0.17$ ， $0.08 < \text{高速摩擦系数} < 0.1$ ， $4000\text{Mpa} < \text{压缩模量} < 5000\text{Mpa}$ 。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

铁路货车闸瓦从材料方面分为铸铁闸瓦及有机合成材料闸瓦两种类型，由于铸铁闸瓦在使用过程中的金属镶嵌现象、重量大、磨损率较高等缺陷，目前大部分铁路货车均采用有机合成闸瓦进行替代。同时国内高铁列车所用的闸瓦同样为有机合成闸瓦，且基本全为进口产品。本项目所研制的有机合成闸瓦，通过优化摩擦材料与润滑材料成分配比，实现了国产化替代，打破了国外产品垄断。同时，产品材料配比中各种材料均不含有各种污染、有害材料（如石棉、铅等），且产品在实际运用过程中也不会产生各种有损环境的物质及气体。项目产品量产后可带动就业 109 人。

知识产权情况

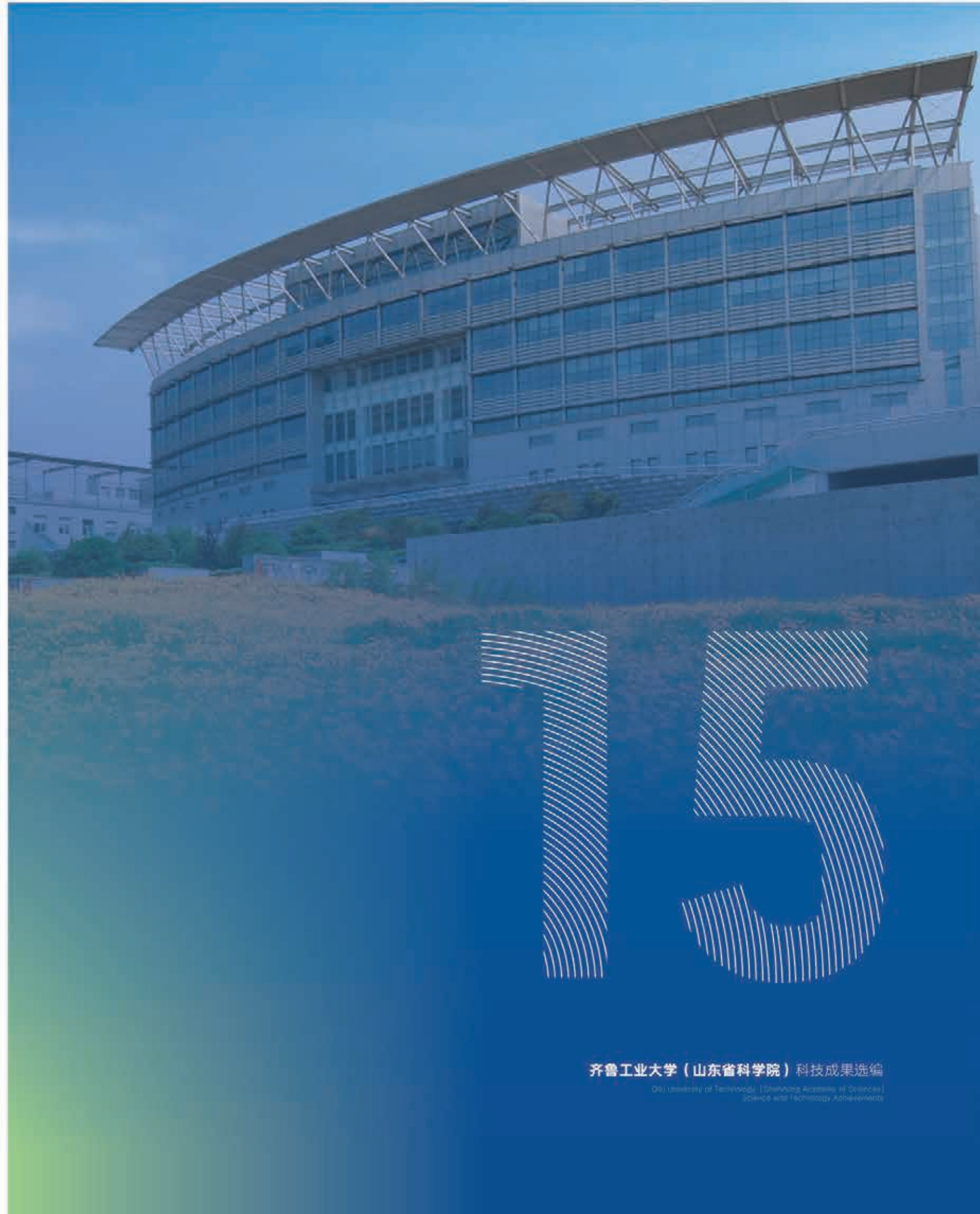
本成果具有自主知识产权，授权发明专利 1 项，实用新型专利 5 项。

成果负责人	尹延超	职称 / 职务	副研究员	手机	18810113957
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☐ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☒ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				



第十五部分 山东省科学院高新技术产业（中试）基地

PART 15
SCIENCE AND TECHNOLOGY SERVICE PLATFORM OF SHANDONG ACADEMY OF SCIENCES



山东省科学院高新技术产业（中试）基地

单位简介

山东省科学院高新技术产业（中试）基地（山东省科学院留学人员创业园）成立于1994年，隶属于齐鲁工业大学（山东省科学院）。作为开展科技服务的公益一类事业单位，中试基地承担政府使命，履行社会责任，以“科技服务平台 成果转化枢纽”为定位，致力于打造国际化、专业化、品牌化、开放式产学研合作与成果转化公益性服务平台。

业务范围

基地重点开展产学研合作服务、国内外技术转移、集成技术研发、中试平台建设与服务、科技成果转化孵化与双创教育等科技服务业务。建有“国家技术转移示范机构”“中国创新驿站山东区域站点”“国际科技合作基地”3个国家级平台，“山东省技术转移服务机构”“济南市技术转移机构”等省、市级平台。

组织架构

按照“开放、合作、服务、共享”的原则，围绕山东省产业体系，设立新材料与新能源产业技术创新服务部、知识产权运营服务部、生物与医药产业技术创新服务部、信息与装备产业技术创新服务部4个专业化创新服务团队。与地方政府共建4家属地化科技服务机构，德州中试基地、威海创新服务中心、济宁创新服务中心、泰安成果转化中心，形成了以省会为核心、覆盖全省各地市的科技服务网络格局。

平台建设

依托齐鲁工业大学（山东省科学院）创新资源，联合组建了汽车电子、机器人与制造自动化、计算机网络、激光检测与传感、生物质气化、轻质高强材料、生物传感器、海洋环境监测、中药质量控制与有机物检测等9大中试平台，以产业需求为导向进行共性关键技术研发。

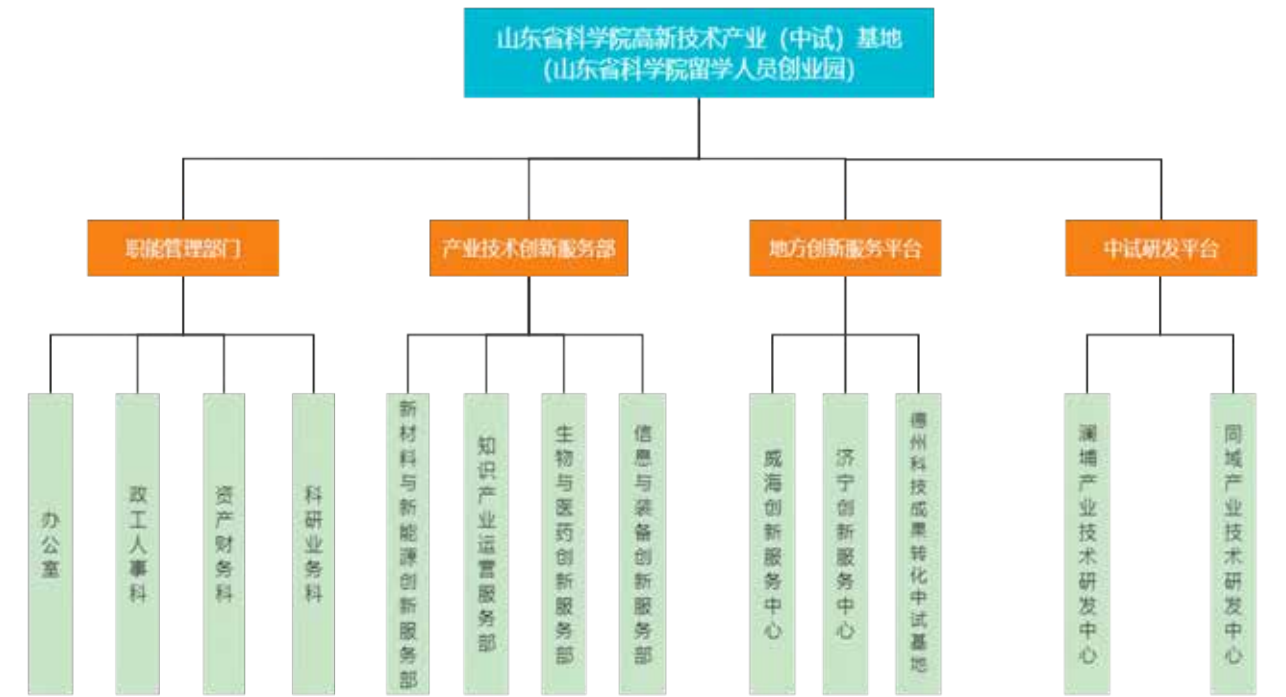
国际合作

基地高度重视国际交流与合作，2021年，山东省科技厅、山东省科学院联合成立省级国际合作平台——山东中乌技术创新研究院，致力于构建国际技术协同创新网络，搭建集协同创新、科技与人才交流、技术转移转化、人才培养、科技创新创业孵化为一体的区域性综合平台。



荣誉资质

在党的建设、精神文明建设、创新文化建设和信息宣传工作等方面扎实用力，深度实施党建领航工程，获“山东省直精神文明单位”、“山东省模范职工小家”、“优秀双报到单位”等称号。并先后获得“中国产学研合作先进单位”“中国技术市场协会金桥奖”“山东省产学研合作创新突出贡献奖”等荣誉。



人员结构

中试基地现有教职工42人，其中高级职称16人，硕士以上学历27人（其中博士11人）。人才称号：享受国务院政府特殊津贴1人，省有突出贡献中青年专家1人，中国技术市场协会金桥奖先进个人奖1人，济南专业技术拔尖人才1人，济南市优秀科技工作者1人，历城区优秀科技工作者2人，历城区青年创新先锋2人，首批“梦想东营合伙人”1人。外聘专家3人（其中，日本籍专家1人），柔性引进外国专家26人。国家技术转移人才20余人。

团队介绍

新能源与新材料产业技术创新服务部：立足新材料、新能源领域，开展基础研究、应用研究、战略咨询、国内外科技成果转化等产学研合作工作。团队成员5名，团队负责人徐明贤副研究员，团队学术带头人孙长高研究员。团队成员曾获中国产学研合作先进个人荣誉称号。

知识产权运营服务部：开展基于专利分析的科技成果转化转移全流程服务。专利分析与挖掘布局，拟转化成果的知识产权评议（尽调），开展知识产权技术精准对接合作转化及中试验证等。团队成员6名，其中特聘专家孟湘明博士，团队负责人袭著燕研究员。团队的战略合作伙伴包括华发七弦琴国家知识产权运营公共服务平台、山东文衡科技股份有限公司等。

生物与医药产业技术创新服务部：瞄准山东省医养健康产业，提供生物医药、农产品加工、食品加工、发酵工程等领域的产学研合作。团队成员4名，其中特聘专家张永刚博士，团队负责人张思晨高级工程师。团队曾获山东省循环经济协会科学技术奖二等奖1项和山东省水处理协会科学技术奖二等奖1项。

信息与装备产业技术创新服务部：团队服务方向聚焦区块链可信取证与存储、网络安全一体化平台、工业智能，团队联合山东省自动化学会、山东省计算机学会、中国信息协会通航分会等协同创新。团队成员7名，其中合资公司3人，团队负责人欧阳红晋 副研究员。

高性能丁腈橡胶的开发和应用

成果简介

开展改性橡胶弹性体复合材料关键技术的研究，解决超高分子量聚乙烯与丁腈橡胶的相容性问题等突破我国在耐油、耐低温橡胶材料方面的技术瓶颈，快速提升我国橡胶制品的质量性能，提升产品附加值，推动产业技术升级。本项目研发高性能丁腈橡胶弹性体复合材料，该材料可在-50℃的环境温度条件下长期保持良好的力学性能。主要用于密封件、印刷胶辊、矿山机械橡胶零部件等耐油、耐磨及耐低温橡胶产品。

核心技术及指标

目前国产丁腈橡胶难以在-30℃以下保持弹性、强度、耐冲击等性能,本项目目标是研发高性能丁腈橡胶弹性体复合材料,该材料可在-50℃的环境温度条件下长期保持良好的力学性能。主要用于密封件、印刷胶辊、矿山机械橡胶零部件等耐油、耐磨及耐低温橡胶产品。

主要研究内容包括:

1. 用超高分子量聚乙烯等对丁腈橡胶进行共混改性，研究其弹性体材料的制备技术与工艺。
2. 共混改性弹性体材料相容剂的选择与应用技术研究。
3. 共混改性橡胶弹性体材料耐低温性能、耐磨性能等及力学性能表征。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

项目团队已研制出多种具有优异物理力学性能的耐低温聚合物复合材料并推广应用。即使在非常极端的气候条件下，团队所开发的聚合物复合材料仍具有极高的可靠性和安全性。研究所聚合物复合材料配方研制和制备技术开发到台架、中试工业测试以及工业应用方面具有极大优势。本项目的实施，可以扩大我国丁腈橡胶的应用领域和使用范围，提升我国装备制造业的产品质量，具有显著的经济效益和社会效益。

知识产权情况

本成果暂无自主知识产权

成果负责人	徐明贤	职称 / 职务	副研究员	手机	13006586921
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☐ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				

大数据环境下的产学研协同创新服务云平台研发与应用

成果简介

大数据环境下的产学研协同创新服务云平台，利用大数据技术和云计算技术，建立技术先进、功能丰富、服务完备的产学研资源对接和综合服务平台。建立覆盖全省的产学研协同创新数据资源中心，搭建全省统一的产学研协同创新数据资源中心，建立主题数据库，建立政策法规库、技术成果库、专家资源库、企业创新需求库等多维度信息资源库，实现协同创新资源的整合、交换与共享，形成协同创新资源共享数据库，为全省产学研协同创新提供资源的利用、交换、共享等服务。

核心技术及指标

1. 建设集成果发布、需求发布、精准对接、项目网上申报、大数据服务等功能丰富的云平台服务门户；
2. 建立政策法规库、技术成果库、专家资源库、企业创新需求库等等产学研协同创新资源库；
3. 完成集智能搜素、智能对接、智能分析等产学研创新平台应用关键技术研发；
4. 平台满足 10000 用户以上并发访问；系统处理最迟时间不大于 2 秒；
5. 系统通过数据加密技术、访问控制技术、云安全技术保证系统安全性；
6. 大数据处理采用分布式架构，易扩展；
7. 数据处理速度 / 响应查询速度：查询响应不超过 3 秒，明细查询不超过 10 秒。

产业上下游情况介绍，项目效益分析

建立覆盖全省的产学研协同创新数据资源中心，实现创新资源的整合、交换、共享、业务的有效整合与协同。搭建全省统一的产学研协同创新数据资源中心，实现协同创新资源的整合、交换与共享，形成协同创新资源共享数据库，为全省产学研协同创新提供资源的利用、交换、共享等服务。

知识产权情况

本成果具有自主知识产权，登记软件著作权 2 项。

成果负责人	孙长高	职称 / 职务	研究员	手机	13808933403
成果成熟度	☐ 实验室阶段 ☒ 小试阶段 ☐ 中试阶段 ☐ 市场化阶段				
成果转化方式	☐ 技术转让 ☒ 技术开发 ☐ 技术入股 ☐ 股权投资 ☐ 许可使用 ☒ 合作开发				
其他要求	无				