

内部资料
注意保存

中国科学院 科技成果汇编

2024年中国科学院院所河南科技成果发布暨项目对接会科技成果汇编

单位名称:河南省中科科技成果转化中心

地 址: 河南省郑州市七里河南路35号
电 话: 0371-66329199 0371-66329699
网 址: www.hzcas.com
邮 编: 450016
邮 箱: zhc_hnzhx@hfcas.ac.cn

中国·河南
二〇二四年十月

目 录

中国科学院合肥物质科学研究院	1
001 傅里叶红外光谱成套监测装备	2
002 便携式油品分析仪	3
003 船舶尾气遥测系统	4
004 高性能傅立叶变换红外光谱仪	5
005 气体泄漏傅里叶变换红外扫描成像遥测系统	6
006 工业排放废水重金属在线监测技术系统	7
007 污染源超低排放 SO ₂ 、NO _x 紫外原位便携技术及系统	8
008 水体浮游植物群落和浓度快速在线监测仪	9
009 车载大气污染立体分布及输送遥测系统	10
010 基于氧化钒的智能化节能环保技术	11
011 氧化钛纳米筛光催化(水体/空气)净化器	12
012 机动车排放超细颗粒物数浓度(PN) 监测仪	13
013 河湖沉积物物理属性无人探测装置与系统	14
014 微通道等离子体高盐有机物废水综合治理与资源化利用方案	15
015 工业废水零排放及资源化利用关键技术	16
016 水体蓝藻磁捕和底泥洗脱生态修复技术	17
017 小型化大气环境监测红外激光雷达装备	18
018 面向智能交互的高密度压力阵列足部信息获取与分析系统	19
019 材料辐照损伤的三维 MonteCarlo 并行开源软件	20
020 基于大数据的自然交互意图理解和智能输入	21
021 5G+北斗融合应急无线自组网通信技术研发与应用	22
022 全光纤列车接近施工人员安全预警系统	23
023 一种基于多信息融合的无人驾驶车辆	24
024 下一代现场痕量检测传感器及量产技术	25
025 等离子体法热解锆英砂制备高纯氧化锆技术	26
026 3D 先进封装的 TGV 技术	27
027 高稳定性超导磁体	28
028 园区巡逻机器人	29
029 毒品快速检测仪	30

030 毒物快速检测仪	31
031 毛发毒品快速检测系统	32
032 物质快速检测仪	33
033 动态准直傅里叶变换红外光谱分析技术	34
034 基于固态技术的高可靠性微波源	35
035 番茄采摘机器人	36
036 低噪声无人机	37
037 微小部件高速高精度自动分拣装备	38
038 TPI300 数字投影仪	39
039 视觉云参数观测仪 ASC300	40
040 高效永磁驱动无油润滑涡旋空压机	41
041 智能消防机器人装备	42
042 金微球阵列检测芯片	43
044 农产品重金属残留快速检测的可视化分析试纸研制	45
045 面向航空航天领域高比强高吸能	46
046 低成本硅基真空绝热板的规模化制备	47
047 新型可调大晶格常数 GYSGG 单晶衬底	48
048 红外高发射率涂层材料	49
049 新型结构与功能一体化高效中子屏蔽材料	50
050 面向激光聚变应用的大尺寸高品质掺钕氟化钇锂 (Nd:YLF) 激光晶体及其提拉法生长技术	51
051 高能量密度长循环寿命水系锌离子电池	52
052 高性能钠离子电池硬碳负极材料	53
053 高效全电解水制氢关键催化剂材料	54
054 氢燃料电池材料与器件	55
055 低温共烧陶瓷	56
056 石墨烯基电磁波屏蔽材料	57
057 高效减振阻尼合金	58
058 ZK-I 铁碳微电解水处理材料	59
059 微纳吸附助凝除氟技术	60
060 生物组织元素分布高空间分辨快速成像技术	61
061 宫颈癌联合放疗精准剂量评估及其临床	62

062 基于微流控芯片和智能手机的出入境口岸	63
063 新冠病毒抗体检测试剂盒用图像检测和	64
064 维生素 K2 功能食品的开发、示范和推广	65
065 面向慢病早期风险评估的细胞营养	66
066 青少年基本运动技能智能化检测与	67
067 呼气质谱快速筛查吸毒人员的新技术	68
068 一体化微流控核酸现场快检系统	69
069 皮肤胆固醇无创检测系统	70
070 肺癌穿刺智能手术导航系统	71
071 双模式钬激光治疗仪	72
072 一种预测脑转移瘤放疗疗效的影像组学模型	73
073 一种宫颈病变筛查新方法	74
074 一种乳腺癌新辅助化疗敏感性预测方法	75
075 新冠病毒抗体检测试剂盒用图像检测和	76
076 成瘾运动神经反馈康复装置	77
077 云边协同的智慧健康小屋	78
078 数字 PCR 生物芯片阅读仪	79
079 秸秆纤维化还田技术开发、综合利用与	80
080 新型农药控失助剂	81
081 中低产田周年提质增效关键技术	82
082 土壤肥力快速感知装置与大数据施肥模型	83
083 高通量土壤成分智能检测机器人	84
084 粮饲兼用型脆秆水稻新品种培育及应用	85
085 农作物病虫害智能识别计数器	86
086 高活性生物纳米硒肥	87
087 林木、花卉、木本经济作物高效	88
088 抗草铵膦水稻种质资源创制及产业化	89
089 生物纳米银制备技术	90
090 小麦高效绿色防控技术	91
091 工厂化农业关键技术与智能农机装备	92
092 工业菌株合成生物学育种加速平台	93
093 智慧尿康机	94

中国科学院金属研究所	95
094 大型钢锭缩孔、疏松、A 偏析及沉积锥夹杂	96
095 超（超）临界机组关键铸锻件的制备技术	97
096 超大断面立式连铸实心与空心钢锭	98
097 高品质宽厚板坯制备技术与装备	99
098 矿山机械新型耐磨材料及其应用	100
099 矿山机械新型耐热材料及其应用	101
100 钢-铝接头	102
101 金刚石薄膜的制备与应用	103
102 陶瓷颗粒增强铝基复合材料	104
103 高耐磨性农用机械配件	105
104 各向同性热解石墨（IPG）	106
105 热解石墨（PG）	107
106 浸金属（树脂）碳石墨复合材料	108
107 高定向热解石墨（HOPG）	109
108 退火态热解石墨（APG）及其复合材料	110
109 热解氮化硼（PBN）	111
110 高强高韧马氏体钢	112
111 模拟封严涂层工况高速高温摩擦磨损试验机	113
112 钛合金医疗棒丝材	114
113 可降解镁合金骨内填充产品	115
114 可降解镁合金骨内固定螺钉、骨棒	116
中国科学院长春应用化学研究所	117
115 高分子辐射防护材料	118
116 酚醛基水润滑轴承	120
117 聚氨酯基水润滑轴承	122
118 医用膜级聚砜材料产业化技术	124
119 高透明低 HW 发射率抗冲蚀磨损涂层	126
120 农业塑料大棚用新型长效流滴膜树脂专用料	129
121 3 万吨/年稀土异戊橡胶	131
122 B1 级电缆护套料	132
123 万吨级高熔体强度聚丙烯	134

124 生物降解材料注塑制品产业化	135
125 二氧化碳基生物降解地膜	137
126 重金属污染治理-聚氨基酸金属吸附剂	139
127 生物降解淋膜树脂及其纸塑复合制品	141
128 生物降解注塑树脂及其注塑制品	143
129 生物降解热熔压敏胶	145
130 吸油阻燃海绵去除水中有机污染物	147
131 高性能 Mg-Al-RE 合金塑性成型构件	149
132 高性能 Mg-Al-RE 合金压力铸造构件	151
133 高性能稀土镁合金大尺寸构件	153
134 高性能稀土镁合金精密铸造构件	155
135 高品质镁-稀土中间合金	157
136 稀土硫化物着色剂材料的绿色连续化制备技术	159
137 稀土掺杂型车载白光有机发光二极管	160
138 铈高质化基础材料制备及在	162
139 稀土元素基核防护材料	164
140 稀土合金固态储供氢系统及燃料电池应用	165
141 百瓦级便携式燃料电池	167
142 废旧锂电分离回收新工艺	168
143 重稀土分离新工艺制备高纯氧化镨	171
144 包头矿稀土清洁冶金新工艺	173
145 电镀废水的重金属回收技术和综合处理	175
146 爽滑剂	178
147 SDHI 类杀菌剂-啉酰菌胺高效绿色合成新工艺	180
148 多维度小规模人工智能配方设计系统	181
中国科学院上海光学精密机械研究所	183
149 高附加值储能材料	184
中国科学院上海微系统与信息技术研究所	185
150 基于微流控芯片的大肠杆菌检测仪器	186
151 单芯片三轴一体高频响 MEMS 陀螺仪	190
中国科学院上海药物研究所	192
152 抗抑郁症的新靶标原创新药 TL01 项目	193

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所	198
153 MEMS 二维扫描显微镜及其应用	199
154 高灵敏度太赫兹探测器组件	200
155 基于凹槽二次外延技术的 p-GaN 栅极增强型电力电子器件	201
156 硅衬底上基于高 Al 组分 AlInGa _N 势垒层射频微波器件	203
157 智能三维成像与感知芯片技术的研发及产业化	205
158 半导体拉曼增强 (SERS) 检测技术	208
159 MEMS 气体传感器	209
160 可穿戴汗液传感器	211
161 物联网时代的柔性纳米智能感知传感器技术及应用	213
162 超窄线宽半导体激光器件	219
163 光电器件失效机制的在线诊断技	220
164 808nm 高压激光电池及组件	221
165 1064nm 高压激光电池	222
166 1550nm 高压激光电池	223
167 轻质低功耗电加热技术及其防除冰应用	224
168 结构在线健康监测技术	225
169 气凝胶纤维的连续化制备与应用技术	226
170 气凝胶/相变材料红外隐身薄膜	228
171 高质量薄层石墨烯粉体、浆料规模制备与产品	230
172 石墨烯基高分子聚合物电磁屏蔽材料	231
173 石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料添加剂	233
174 透明电磁屏蔽	235
175 透明电加热膜	236
176 透明显示电路	237
177 印刷 QLED 显示用的交连型 空穴传输材料与墨水	238
178 可揉搓、可水洗、可拉伸的导电\发光面料	239
179 喷墨金属 3D 打印	240
180 高光谱荧光成像显微系统	241
181 高生物相容性 Ag ₂ S 近红外二区荧光探针	242
182 小动物近红外二区荧光活体成像系统	243
183 全自动数字编码悬浮芯片系统	244

184 膜活性肿瘤免疫多肽药物	245
185 肿瘤新抗原纳米抗体高效筛选	246
186 肿瘤细胞杀伤肽	247
187 单细胞三维成球培养对人脐带间充质干细胞的优化及其作用机理研究 ..	248
188 新型高效低毒纳米农药开发	250
189 成熟的多肽筛选平台及其在肿瘤诊治领域的应用	251
190 高压砷化镓激光能量转换器	252
191 防霾防有害气体空气滤膜	253
192 新型电致变色技术和器件	254
193 大面积薄膜光伏电池	255
194 高导热金属表面微纳加工及传质传热强化	256
195 新型高灵敏度激光水质在线监测仪	257
196 燃料电池电源系统	259
197 超大规模低成本储能系统	260
198 小体积、低重量、低成本燃料电池电源系统	261
中国科学院苏州生物医学工程技术研究所	262
199 激光扫描共聚焦显微	263
200 STED 超分辨显微镜	264
201 双光子荧光显微镜	265
202 STORM 超分辨显微镜	266
203 远程会诊软件	267
204 人工智能医学影像分析系统	268
205 超声内窥镜系统	269
206 三重四极杆质谱仪	270
207 数字 PCR	271
208 医用双激光流式细胞仪	272
209 免疫荧光定量分析仪	273
210 手持式干化学分析仪	274
211 第四代艾滋荧光检测试剂	275
212 高危型 HPV 核酸分型试剂盒	276
213 高危型 HPV 核酸检测试剂盒	277
214 智慧健康一体机及其管理系统	278

215 被动储能式重力支撑下肢外骨骼	280
216 认知障碍康复训练系统	281
217 多生理参数智能衣	282
218 家庭自理轮式助行机器人	283
219 动静态平衡训练与评估系统	284
220 失能老人智能辅助护理与监护系统一体化解决方案	285
221 智慧居家养老整体解决方案	286
223 心理与认知能力测评系统	288
中国科学院过程工程研究所	289
224 基于 GPU 的 ReaxFF MD 加速软件 GMD-Reax	290
225 ReaxFF MD 反应自动分析与	291
226 能量最小多尺度 EMMS 软件	292
227 格子多相流体力学模拟软件 LMFD	293
228 多尺度离散模拟软件 DEMms	294
229 虚拟工厂运行平台 (VFOP)	295
230 反应分子动力学模拟软件 GMD-Reax	296
231 电子电路物理设计与可靠性验证软件 ChEDA	297
232 大分子分子动力学模拟软件 BioMD	298
233 反应过程介尺度模拟软件 PPms	299
234 己内酰胺氨肟化反应器数值模拟和放大技术	300
235 乙烯环氧化固定床反应器数值模拟技术	301
236 拟薄水铝石中和反应釜数值模拟和放大技术	302
237 离子液体法含氨气体分离回收新技术	303
238 离子液体法 CO ₂ 捕集新技术	304
239 钢铁球团烟气嵌入式 SNCR 耦合梯级氧化脱硝	305
240 焦炉烟气活性炭法多污染物协同控制技术	306
241 烧结烟气选择性循环节能减排技术	307
242 工业废水处理技术	308
243 高盐废水资源化处理工艺及装备	309
244 含有机物高盐废水近“零排放”技术	310
245 兰炭废水全过程污染控制集成技术及装备	311
246 固废处理技术	312

247 粉煤灰碳热氯化制备高值氯化产品新技术	313
248 电石渣规模化短程回用制备低碳脱硫材料	314
20 万吨/年电石渣深度除杂制备低碳脱硫剂示范	314
249 废脱硝催化剂全量化循环利用技术	315
250 固废循环利用资源环境一体化智能管控系统	316
251 二次铝灰制备聚合氯化铝联产高铝复合材料	317
252 绿色生态循环园区构建与固废综合解决方案	318
253 煤气化渣铝硅碳分质制备水玻璃多联产技术	319
254 粉煤灰科学分类新方法和规模化利用新技术	320
255 高铝粉煤灰制备碳化硅晶须联产刚玉	321
256 晶硅切割废硅粉（硅泥）高效节能制备工业硅	322
257 电石渣固化二氧化碳制纳米活性碳酸钙技术	323
258 电石渣制备块状氧化钙生产电石	324
259 纳微晶玻璃体固化危废协同资源化高质利用技术	325
260 功能材料耦合微生物原位钝化土壤重金属技术	326
261 离子液体催化降解 PET 绿色新技术	327
262 废旧锂离子电池全量化循环利用技术	328
263 锂电废匣钵资源化利用技术	329
264 磷酸铁锂废料再生利用技术	330
265 废旧锂电全组分回收技术及绿色工艺	331
266 新能源行业污染物资源化处理技术	332
267 退役动力电池循环利用	333
268 其他环保技术	334
269 颗粒阻尼减振降噪技术	335
270 绿色化工	336
271 离子液体强化正丁烷氧化制顺酐新工艺	337
272 离子液体催化合成醇醚绿色新工艺	338
273 离子液体法纺丝制备再生纤维绿色技术	339
274 离子液体催化合成生物基聚碳酸酯绿色技术	340
275 新型芯片冷却液制备技术	341
276 原油直接催化裂解多产化学品技术	342
277 混合碳四高效综合利用生产甲基丙烯酸甲酯	343

278 合成气-乙烯制甲基丙烯酸甲酯技术介绍	344
279 醋酸甲酯合成甲基丙烯酸甲酯技术介绍	345
280 非光气异氰酸酯-MDI 技术	346
281 CO ₂ 高效转化制备碳酸酯新技术	347
282 秸秆汽爆炼制联产丙酮丁醇乙醇以及木塑板	348
283 秸秆汽爆炼制联产乙醇、压缩生物天然气	349
284 绿色生物制造低成本可发酵糖	350
285 气相双动态固态发酵生物农药	351
286 气相双动态固态发酵微生物菌剂	352
288 多晶型药物结晶过程工艺与设备设计	354
289 功能型生物质纳米材料开发	355
290 高端亚氧化钛材料产业技术开发	356
291 高镍三元前驱体材料设计与产业化制备研究	357
292 高比容量三元系正极材料设计	358
293 高性能动力锂电磷酸铁锰锂正极材料产业化	359
294 高性能石墨烯导电剂产业化技术	360
295 储热与节能低碳系统应用	361
296 氢和丁醇联产共合成生物定向能源转化技术	362
297 天然石墨负极-硅碳（石墨硬碳）负极材料制备	363
298 高性能硅纳米线碳负极制备技术	364
299 光伏硅泥制备硅碳负极新技术	365
300 锂离子电池硅氧碳负极材料制备工艺	366
301 高性能无人机锂电池	367
302 固废高精度在线快速检测分析仪	368
303 中频炉炉底吹气精炼技术及装备	369
304 多相流测量技术	370
305 高温高压破乳反应装置	371
306 智能多相流耦合强化水体净化新技术及装备	372
307 高效碳基导热膜	373
308 应用于牙齿脱敏产品的牙膏级氯化锶制备工艺	374
309 反应结晶耦合制备 5N 高纯氧化铝技术	375
310 磁场强化铜电解新工艺	376

311 高耐蚀铝锌镀层	377
312 铝合金硬质阳极氧化	378
313 有机硅高沸物裂解制备甲基氯硅烷单体技术	379
314 天然气提氦气体分离膜技术	380
315 可纺中间相沥青制备关键技术	381
316 柔性电致变色薄膜与器件	382
317 泡沫成型在可持续生产纸张、	383
318 高碘值活性炭制备及疏水改性	384
319 纳米纤维膜宏量制备技术与产业化	385
中国科学院理化技术研究所	386
320 低温冷疗装备及产业化项目	387
321 微波催化废旧塑料化学回收	389
322 压缩气体新模式-液态二氧化碳储能技术项目	391
323 仿生低碳新型建筑材料项目	392
324 静电纺丝技术项目	394
中国科学院大学	396
325 纳米改性无机自修复材料	397
326 生态级金属锈转化剂	399
327 束土固沙剂	401
328 复合节煤催化剂简介	402
中国科学院计算技术研究所	403
329 农业生产管理平台	404
中国科学院心理研究所	406
330 可推广的最新知识产权介绍	407
中国科学院山西煤炭化学研究所	414
331 低成本低能耗纳米磷酸铁锂制备技术	415
中国科学院赣江创新研究院	418
332 批量热浸镀锌稀土改性工艺控制新技术	419
333 高纯纳米氧化铈制备技术	421
中国科学院武汉病毒研究所	423
334 佛手柑素在预防和治疗病毒感染的生物制品中的应用	424
中国科学院成都生物研究所	426

335 公园城市生态监测与生态系统生产总值 (GEP) 评估	427
336 水电工程陆生生态调查与评价技术规范	428
337 新型生物农药伊枯草菌素	429
338 糯小麦新品种选育与产业化	431
339 工业废水多尺度调控生物强化处理技术	432
340 生活污水处理系统优化运行技术	434
341 畜禽养殖废水(沼液)达标处理技术	435
342 市政污泥生物转化与资源化成套技术	437
343 γ -聚谷氨酸生物合成工艺优化及应用	438
344 资源型环保生态厕所成套技术	440
345 微生物除臭菌剂与恶臭污染生物控制技术	441
346 多元有机废弃物制备沼气和生物天然气	443
347 含硫化氢气体非接触式碱法生物脱硫	444
348 城乡有物腐机废弃物生熟肥料化还田利用	445
349 秸秆联产腐植酸水溶肥和纤维素包装材料	446
350 秸秆和沼液混合水热碳化联产炭基肥和	447
351 高氨氮沼液生产单细胞蛋白饲料	448
352 羽毛微生物降解产寡肽(饲料添加剂)	449
353 基于菌种库的优质白酒生产技术	450
354 用于黄芪注射液的天然来源的 I 类新药开发	452
355 超快速基因扩增技术 VPCR	453
356 等温核酸检测设备	454
357 单碱基突变 SNP 的现场即时检测	456
358 基于 CRISPR 的肿瘤标志物快速检测	457
359 基于新型等温扩增技术 RALA 的中药材鉴定	458
360 苯丙氨酸解氨酶催化生产手性 L-苯丙氨酸及其类似物	459
国家纳米科学中心	460
361 分布式电解水制氢设备	461
郑州中科新兴产业技术研究院	462
362 离子液体法 CO ₂ 捕集新技术	463
363 离子液体法含氯挥发性有机物净化回收新技术	464
364 合成氨循环气氨分离回收低碳关键技术	466

365 生物基高性能尼龙 5X 的合成及规模制备技术	467
366 PMMA 液态热塑性树脂及复材制备技术	468
367 高效钙钛矿光伏及大面积组件关键技术	470
中科谱光(郑州)应用科学技术研究院	471
368 智能立体冷库	472
369 高光谱文物修复	474
370 高光谱智能水质监测系统	477
中国科学院力学研究所	478
371 疫苗及纳米药物载体高通量制备设备	479
372 超导重力梯度仪	481
373 高性能聚酰亚胺材料大规模量产技术及装备	483
374 低成本等效太空微重力环境大分子结晶制药技术	485
375 低空飞行器低成本智能流动态势感知系统	487
376 深海水下装备原位供电装置	489

中国科学院 合肥物质科学研究院

001 傅里叶红外光谱成套监测装备

一、项目简介

将二维的激发光谱扩展到三维，发展离散三维荧光光谱分析技术，提升藻类识别、抗干扰能力。国际上唯一采用离散三维荧光光谱技术的藻类分类测量仪，相比国际同类型先进产品，在藻类识别能力、抗干扰能力、测量灵敏度等方面占有优势。

项目技术成熟，仪器在湖泊水库（太湖、巢湖、千岛湖、高邮湖等）、黄海、渤海、南海等海域开展应用。目前仪器已经小批量生产销售，正处于产业化转移和推广应用阶段。

二、应用领域及市场前景

水环境监测领域。

生态环境部：2050 个国家地表水考核断面水站中，1952 个断面已实现自动监测已建成联网。“十四五”期间，国控断面数量将从 2050 个增加至 4000 个左右。按 1/4 自动站装配测藻仪，40 万/台算，未来五年轻水质自动站就存在 4 亿市场。

水利部：我国现有自来水厂 4000 多家（湖库水源地众多），污水处理厂 3500 多座，水务企业众多，存在近 10 亿市场。

海洋局：海洋领域潜在市场。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



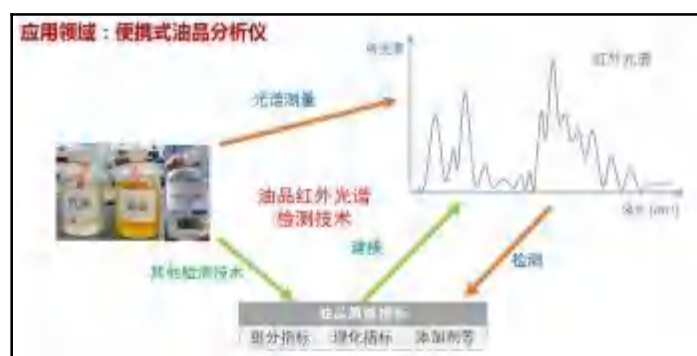
原位型：OAF-11（第 2 代）

水体藻类荧光光谱在线分析仪

002 便携式油品分析仪

一、项目简介

项目组在相关项目的支持下开展油样自动进样和清洗、中红外光谱测量、多参数回归校正等技术的研究，完成试验样机的研制，具备成果转化的基础。



二、应用领域及市场前景

油品质量检测。

油品质量检测站：作为常规检测仪器，用于油品质量快速检测分析；

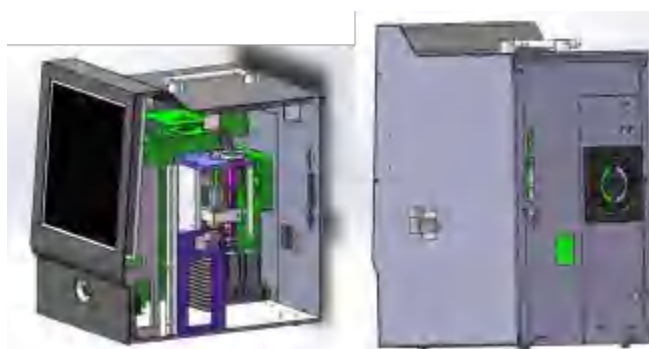
油品质量检测车：搭载于油品质量检测车上，进行流动检测；

石化企业：用于生产的成品油质量快速检测；用于存储的成品油的质量定期监测。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



003 船舶尾气遥测系统

一、项目简介

研制了基于傅里叶变换红外光谱仪（FTIR）的船舶尾气遥测系统，建立了我国第一个船舶燃油含硫与红外高光谱数据关联模型，解决了复杂海况背景的大气辐射传输影响校正问题，港口实验证明系统能够满足 0.5% $\mu\text{m}/\text{m}$ 的燃料含硫量监测要求。

开展了基于被动红外遥测技术船舶尾气遥测研究，定量反演船舶燃料含硫量，解决了海上环境下燃料含硫量难以实时监测问题。

开展了内河危化品船舶在线监测应用研究，对船舶泄漏危化品气体遥测预警，为环境监测、应急救援提供实时信息。

二、应用领域及市场前景

船舶等移动源大气污染物排放遥测应用：船舶烟羽排放追踪；获取船舶排放污染物及 CO_2 信息；燃料碳平衡方法估算含硫量级排放因子判断船舶使用燃料质量是否符合国家标准，为执法提供依据内河危险化学品运输在线监测应用。

危险化学品泄漏监测：发生气体泄露事故后，泄漏成分的遥测鉴定，适用于现场应急危险化学品气体成分扩散范围及趋势；判断是否存在易燃易爆气体，确认气体混合比参数及是否存在爆炸危险，为执行救援提供信息。

海面溢油遥测应用：传统遥感方法利用红外或雷达图像“亮区”和“暗区”的“异常情况”，推测海上可能出现溢油污染，但这种方法缺少直接证据。红外光谱法可对溢油污染进行遥测，实时判断溢油成分、溢油面积和扩散情况。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



004 高性能傅立叶变换红外光谱仪

一、项目简介

项目组瞄准高性能红外光谱分析仪器的技术高地，以高分辨率、高信噪比、高波数精度、高扫描速度为攻关目标，以核心部件模块化、可重复生产为工程化方向、研制动态准直型、轻小型、高速型等多款傅里叶变换红外光谱分析仪器系列产品，满足我国在环境监测、工业过程监测分析、国防安全等多个方面的技术装备需求。

在关键性能指标和可靠性上刷新部分关键指标，其中最高分辨率 0.125cm^{-1} 高信噪比 500000:1, 波数精度 0.01cm^{-1} 速度 2 条/秒，平均无故障时间超过 12000 小时。自主研发的红外光谱分析软件，通过底层算法创新，显著提高光谱分析精度。相关研发成果在环境监测、工业过程分析等多个领域开展了示范应用和小批量推广，取得良好效果。

二、应用领域及市场前景

环境监测、污染源监测、气象探测、制药过程、药品快检以及食品安全等领域。

预计十四五期间，红外光谱技术在环境监测、污染源监测和泄漏预警应用的市场规模超过 50 亿元。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



005 气体泄漏傅里叶变换红外扫描成像遥测系统

一、项目简介

危险气体泄漏事故现场通常成分复杂、危险性高、人员无法靠近，应急管理部门需根据泄漏气体成分、浓度和方位制定事故处置方案。安光所环境光学中心自主研制了高可靠性、高速度、高性能被动型傅里叶变换红外光谱仪，在此基础上，结合高精度视场扫描和可见-红外通道匹配技术，可精确解析 ppm.m 量级的污染气体，快速获取污染状况。产品可用于突发性泄漏污染的早期预警、应急监测和快速处置。系统在光谱分辨率、测量速度、可分析种类等核心技术指标和战术指标方面优势显著。

二、应用领域及市场前景

化工管区、生产装置气体泄漏的全天候监测；突发性大气污染事故源远距离遥感侦测；有毒有害气体泄漏成像。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



006 工业排放废水重金属在线监测系统

一、项目简介

项目针对行业重金属污染减排控制对监测技术和设备的迫切需求，围绕安徽省重大科技专项优先发展领域（智能制造专项优先主题 4：高端环保装备）确定的任务，研发工业排放废水重金属污染的快速、在线监测系统。通过示范运行与技术验证，形成具有自主知识产权的工业排放废水重金属在线监测系统，为减排控制与超标排放预警提供高端监测技术装备，提高行业废水重金属排放监控能力，满足我省及国家对重金属污染综合防治规划实施的监测技术与设备需求。

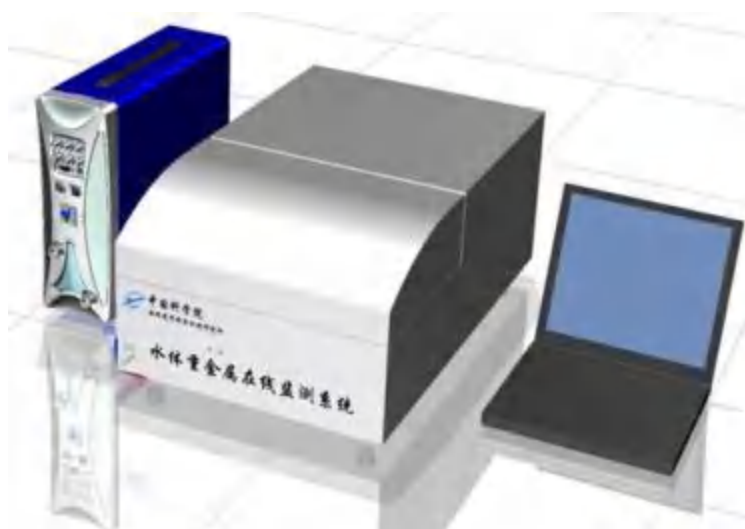
二、应用领域及市场前景

可广泛应用于环境监测部门、环境管理、应急安全部门等。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



007 污染源超低排放 SO_2 、 NO_x 紫外原位 便携技术及系统

一、项目简介

研制的紫外原位便携监测系统在铜陵、淮南等地的污染源烟气超低排放现场进行了测试和应用，取得了较好的实验结果和社会效益。本项研究及相关产出将为我国污染源监测提供重要技术支撑，为我国区域大气污染防治提供解决方案和相关设备系统，提高国产设备在国内超低排放监测领域的市场份额，提升我国设备国产化的整体水平和市场竞争力。

二、应用领域及市场前景

可广泛应用于环境监测部门、环境管理、应急安全部门等。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



008 水体浮游植物群落和浓度快速在线监测仪

一、项目简介

突破三维荧光光谱原位高灵敏检测难点，将激发荧光光谱拓展为三维荧光光谱，利用三维荧光光谱蕴含硅藻、甲藻非显著特异性色素荧光信息，结合多组份混叠荧光光谱解析算法，放大不同门类浮游植物特异性色素荧光光谱信息，在门类水平上实现蓝藻、绿藻、硅藻、甲藻、隐藻等浮游植物群落快速原位识别测定，将大幅提高浮游植物群落识别测定能力，为水生态环境状况调查、赤潮水华灾害监测预警、水质富营养化评估提供新的更有力技术装备。

利用聚焦离子束仪器构筑具有超高灵敏度和选择性的微纳阵列电极。在电极构建的基础上，优化设计适合不同重金属离子电化学敏感响应的功能纳米材料，增加电化学信号，提高信号信噪比。设计自动更换的纳米电化学电极装置，自动定位和顺序切换 6 个电极，动静触头的设计，很好的完成了信号采集和自动切换。结合液相管路分离控制装置及可控取水装置等，实现对重金属的在线分析。

二、应用领域及市场前景

已在杭州千岛湖、宁波象山港等不同类型水域开展了研发仪器的环境适应性测试与性能比对测试，在此基础上，对仪器抗震、防护等性能进行了优化设计，从而大幅提高仪器的外场运行能力；研制的水体浮游植物群落和浓度快速在线监测仪与重金属在线分析仪于 2019 年 07 月至 11 月，用于淮南市潘集镇煤矿塌陷区水中重金属持续在线监测 4 个多月。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



009 车载大气污染立体分布及输送遥测系统

一、项目简介

研制了大气污染立体分布及输送的车载被动 DOAS 遥测系统及车载激光雷达遥测系统；在系统集成阶段，集成了车载大气污染立体分布及输送遥测系统；在应用示范阶段，在典型的工业区或城市面源、重大活动期间(杭州 G20 峰会、厦门金砖五国会议和商丘市大气大质量监测)开展示范运行并获得较好效果。

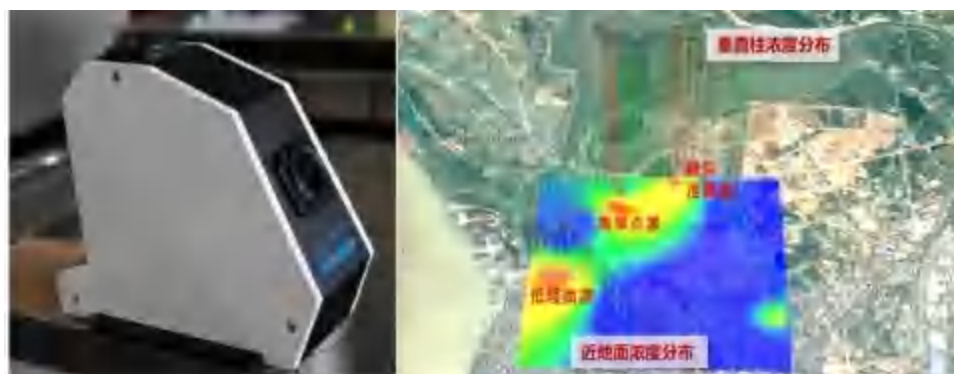
二、应用领域及市场前景

设备具有国际先进水平，将为我国区域大气污染分布监测提供解决方案和相关设备系统，将有力提升我国大气的车载立体监测技术水平，为正确掌握区域污染分布、污染输送，以及确定源汇作用关系的环境管理提供强有力的技术支撑。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



010 基于氧化钒的智能化节能环保技术

一、项目简介

VO_2 相变具有可逆性，相变温度接近室温，是最具有实用化的热致变色材料。可以通过镀膜和柔性贴膜等方式实现建筑玻璃节能的效果。利用水热法实现了高质量 VO_2 纳米粉体的公斤级、低成本制备，所采用的制备方法简单、经济、可重复，为 VO_2 纳米材料的商业化提供了材料支持。

二、应用领域及市场前景

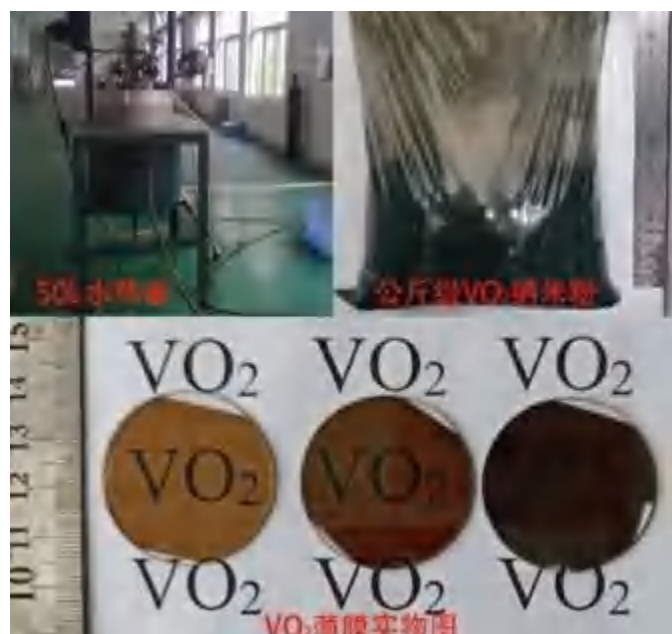
智能节能窗：窗户是室外与室内热量交换的主要路径，窗户节能是实现建筑节能的关键。

基于相变时显著的光电调控特性，对应 VO_2 下游应用非常广泛，涵盖红外隐身、热管理、电磁屏蔽、非制冷红外焦平面光电探测、反激光武器等领域。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



011 氧化钛纳米筛光催化（水体/空气）净化器

一、项目简介

氧化钛纳米筛具有比表面积大、催化效率高、可回收重复使用的特点。制备方法具有成本低、产量高、易于放大生产等优势。

氧化钛对铬离子移除量： $\sim 1\text{g/g}$ ；氧化钛纳米网筛对铬离子移除量： $\sim 143.8\text{mg/g}$ ；对甲醛降解能力：200 分钟由 5.5ppm 降至 3.7ppm （密闭空间体积 0.1875m^3 /薄膜面积 $4\text{cm}\times 10\text{cm}$ ）。

二、应用领域及市场前景

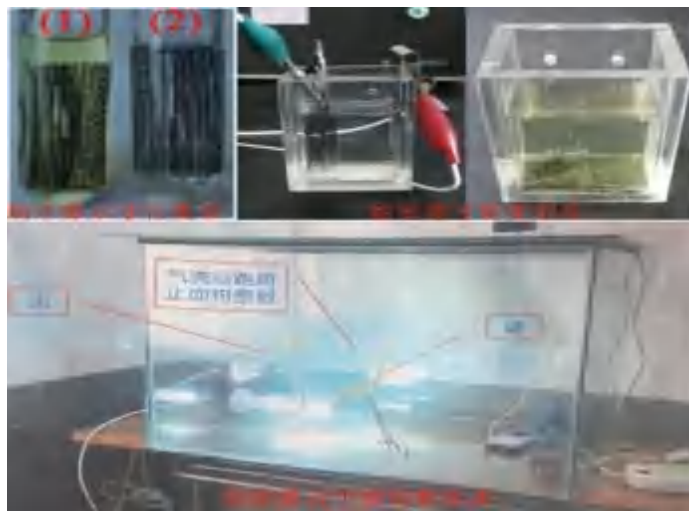
水体净化：主体为工业废水中有机物及重金属（铬, 铅等），以及饮用水的深度净化。

空气污染净化：与居住密切相关的室内空气、交通工具、人口密度大的密闭空间气体污染净化和病毒病菌消杀。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



012 机动车排放超细颗粒物数浓度（PN）监测仪

一、项目简介

机动车排放超细颗粒物数浓度（PN）监测仪基于扩散荷电和电迁移原理，采用一种基于差分电流法的超细颗粒物数浓度的测量方案，可以实现高温燃烧源直接测量，大幅减少由于不同工况、不同油品等情况造成的粒径判别干扰，从而提高超细颗粒物数浓度的测量精度，有效克服以往测量技术准确度偏低问题，适用于国V、国VI以上柴油发动机瞬态颗粒物PN的排放测试，具有响应时间短、重复性好、颗粒物检测动态范围宽、维护周期长等优势。

二、应用领域及市场前景

随着机动车排放标准（国六阶段）全面实施，在机动车尾气颗粒物道路超标排放筛查和机动车检测方面，需求分别约0.3和1.6万套，预计未来5年市场需求可达30亿元。应用领域：

- （1）发动机台架常规监测
- （2）车载监测
- （3）车辆检验
- （4）车载诊断
- （5）上下游柴油车颗粒物过滤器

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



013 河湖沉积物物理属性无人探测装置与系统

一、项目简介

底泥沉积物物理性状参数探测一直是水下底质探测领域的一个难题，目前获取水下沉积泥物性参数的主要途径是静力触探、钻孔取样后实验室检测、放射线测量等，总体上效率低、难以实现连续测量。

本成果的河湖沉积物物理属性无人探测装置与系统，根据底泥沉积物探测的声波后向散射模型构建底泥沉积物探测装置，并搭载至自主设计的无人测量船系统中，可实现河湖沉积物物理属性的探测与空间制图。

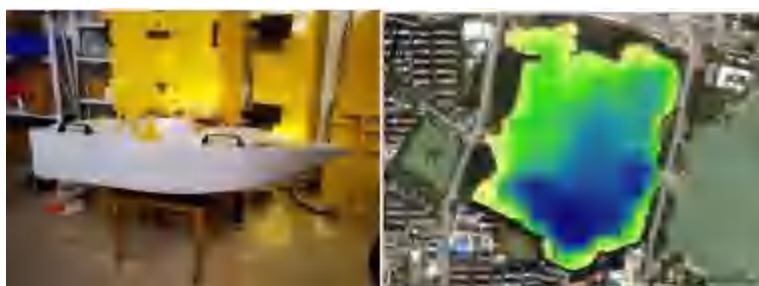
二、应用领域及市场前景

近年来，随着社会经济的快速发展，大量的污染物排入至河湖中，日积月累逐渐在河湖底层形成了黑臭的污染底泥沉积层。污染沉积物的长期淤积，不仅降低了湖泊的调蓄能力和河道的行洪能力，而且造成了突出的水环境问题与水生态系统功能退化，是典型的内源污染。在水生态修复工程项目中，首先需要了解河湖表层沉积物的物理性状参数信息，才能更好的为后续的环境治理与生态修复工程设计与组织实施做指导，该项技术对于水环境调查及生态修复有着重要的现实意义和工程应用价值。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



014 微通道等离子体高盐有机物废水综合治理与资源化利用方案

一、项目简介

以独创微通道气液等离子体技术为基础，实现回收水中有机物高效降解。基于大功率微波热解技术，自主研发含有机物废盐处理系统，实现有机物废盐无害化处理与资源化利用。处理技术为行业领先。

二、应用领域及市场前景

应用领域：含盐有机废水处理及资源化。

市场前景：我国农化、精细化工、制药、印染原料等行业高盐有机废水年排放量至少为每年 5000 万吨。仅实现水与含盐有机物分离的目标，处理费用就达到每年 150 亿元。从废水中提取出的含有机物废盐，实际每年不低于 500 万吨，按处理价格 5000-8000 元/吨计算，需要耗费 250-400 亿元。两项合计年市场规模达到 400-550 亿元。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



015 工业废水零排放及资源化利用关键技术

一、项目简介

本研究针对吸附、氧化、生化、膜技术等处理有机工业废水存在缺陷的基础上提出的，从高毒性难降解有机污染物分子结构的源头出发，开展了理论、材料技术、工艺、方法的探究，将高毒性难降解有机污染物转化为低毒或无毒小分子物质，提高废水的可生化性，打通了零排放处理技术路线。通过关键性技术研发，解决了高毒性难降解有机工业废水零排放及资源化利用的“卡脖子”难题，可大大促进我国工业废水处理技术的迭代升级。

二、应用领域及市场前景

目前我国工业废水的年排放量约 200 亿吨，其中高浓度化工废水年排放量约 40 亿吨。工业废水污染问题已引起国家的高度重视。本研究将发展出一种工业废水零排放及资源化利用技术，预期可降低成本 20%-30%，有着广泛的市场需求，将为水处理行业带来巨大的经济效益。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



016 水体蓝藻磁捕和底泥洗脱生态修复技术

一、项目简介

蓝藻磁捕技术利用磁性微网结构材料将水中污染物絮凝后，外磁场吸引捕获并移出磁性絮体，与传统气浮和絮凝沉淀技术相比效率提高 5 倍；装备集全部工艺于水上可移动式平台，机动灵活，处理藻水能力达 $1200\text{m}^3/\text{h}$ ，对水中藻细胞去除率 $>95\%$ ，还湖尾水总磷含量 $<0.1\text{mg/L}$ ，藻泥含水率 $<90\%$ ，磁种循环利用，真正实现了大型湖泊蓝藻水华的工程化打捞处置；成果鉴定意见“具有首创性、先进性和实用性”；入选生态环境部和水利部推广目录。

二、应用领域及市场前景

我国开展营养监测的 110 个重要湖泊（水库）中有 32 个处于轻度至重度富营养状态、1614 个河流断面中 12.5%水质劣于 III 类；7 大流域 507 个水生生态评价断面中 50.4%为中等状态，较差及很差状态尚有 14.0%。《水污染防治行动计划》实施以来，我国地表水体污染态势得到有效遏制，水环境质量得到阶段性改善，但距离 2030 “全国水环境质量总体改善，水生态系统功能初步恢复”和 2050 “生态环境质量全面改善，生态系统实现良性循环”的目标仍有很大距离。在截污纳管基本完成的条件下，内源治理和生态修复将成为水体污染治理下一阶段工作重点，但与此相关的有效技术却十分欠缺。本成果恰是应对该类需求的前瞻性技术储备。仅“三大湖”毗邻城市建成区水域蓝藻打捞处置需求，若采用蓝藻磁捕技术，保守估算需投入装备 100 套，产值 12 亿。底泥洗脱技术市场空间更为广阔，估算中国内陆水域面积 40 万 km^2 ，若其中的万分之一进行底泥洗脱生态修复，投资规模可达 12 亿元。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



017 小型化大气环境监测红外激光雷达装备

一、项目简介

- (1) 集成度、稳定性高，体积、重量、功耗为市面竞品的 1/3 不到。
- (2) 具有扫描探测、车载探测、机载探测等多种探测模式，可实现大气环境的三维探测。
- (3) 近红外微脉冲高重频激光雷达技术，较 532nm 波长绿光激光雷达更安全。
- (4) 国产化率高，核心器件具有自研自制能力。

二、应用领域及市场前景

应用领域：气象、环保、交通、民航等领域。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



018 面向智能交互的高密度压力阵列足部信息获取与分析系统

一、项目简介

步态获取与交互装置主要包括三个组成部分：

(1) 上表面安装有柔性压力触觉传感阵列的步态交互板；

(2) 安装在步态交互板下面的数据采集传输模块；

(3) 步态交互处理模块。用户在步态交互板上通过足部操控外部设备（计算机、游戏机等）的过程中，步态交互板上的柔性压力触觉传感阵列和数据采集传输模块实时采集足部相应交互动作的足底压力分布信息，数据采集传输模块将足底压力分布信息传输给步态交互处理模块，步态交互处理模块处理足底压力分布信息并识别相应的交互动作，将识别出的交互动作编译成外部设备可以读取的操作指令，以实现步态交互功能。

二、应用领域及市场前景

在足部信息交互装置基础上，建立了多款包括交互装置、平衡木体感游戏系统等原型样机，可用于康复健身、游戏、科普教育等多种领域。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

019 材料辐照损伤的三维 Monte Carlo 并行开源软件

一、项目简介

IM3D (<http://theory.issp.ac.cn/IM3D>) 是国内首个用于复杂材料离子/中子初级辐照损伤快速模拟的 Monte Carlo (MC) 自主开源软件。极大地突破了同类计算方法对复杂三维结构体系和同步级联退火物理过程的模拟能力和效率, 可高效模拟离子/中子辐照下任意复杂材料中与能量损失相关的各种动力学现象(离位损伤、表面溅射和无定型化等)以及初级缺陷(离子、间隙/替位和空位等)的三维空间分布。其准确性趋于分子动力学, 但效率提升>4 个量级, 且不受原子间势的限制。

二、应用领域及市场前景

IM3D 主要用于离子/中子辐照下核能材料和半导体器件等的初级损伤的快速仿真模拟, 也可拓展应用于离子注入、表面改性、半导体掺杂、聚焦离子束溅射、微纳加工和辐射生物/医学等多个领域。

三、合作模式

可通过委托开发, 成果许可、转让等方式, 共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



020 基于大数据的自然交互意图理解和智能输入

一、项目简介

在基于大数据的自然交互意图理解方面，课题搭建了集成体位姿态、生理、语音通道、视频等多通道实时同步数据采集平台，建立了多种感知信息对应的个人行为意图和情感状态数据库。面向康复训练，针对视频遮挡情况下蹲坐动作难以识别的情况，构建蹲坐动作数据集，采用决策级融合算法 D-S 证据理论融合 RGB 视频的分类结果与 IMU 和足底压力传感器特征级融合后的分类结果，实现运动意图识别误判率的降低。

二、应用领域及市场前景

应用广泛。基于 3D 卷积神经网络的人体行为分析及多通道的信息意图识别技术，在云端实现用户意图理解，为自然交互智能输入设备及中间件的示范应用与产业化提供技术支撑，可以应用于运动健身、康复医疗等领域。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



021 5G+北斗融合应急无线自组网通信技术 研发与应用

一、项目简介

团队突破高性能自组网路由、干扰抑制以及安全通信等关键单元技术，研制了自组网通信工程化样机，样机支持多跳组网、多种带宽分配，扁平化系统架构设计，支持 800MHz/1.4G/2.4G, 230M~6GHz 频段范围内可定制，传输速率可达 20Mbps；支持 1080p 高清图传，传输距离远、系统时延低、数据吞吐量大、抗干扰能力强。相关技术成果在智慧城市和智慧消防的应急通信领域进行了技术验证应用，成熟度较好。

二、应用领域及市场前景

项目技术成果可直接用于智慧消防、智慧城市领域抢险救灾、应急救援等专用市场，以及数字油田、智慧农业等民用市场，和战术自组通信与指挥的军用市场。作为共性技术，定制产品可用于物联网领域，实现万物互联。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



022 全光纤列车接近施工人员安全预警系统

一、项目简介

基于铁路通信光缆，利用分布式光纤声波传感技术，实现在轨运行列车振动信号的提取和锁定跟踪。通过无线通信方式将列车运行数据发送至决策运维平台，并联动视频监控+声光报警相结合的移动报警终端或手持式便携终端。当列车运行方向接近施工作业点指定区域时，云平台通过无线通信网络将预警信息发送到施工现场作业人员手持便携预警终端和声光报警器终端，实现列车接近铁路上道作业人员的安全预警。该系统已通过铁路部门的专家评审。

二、应用领域及市场前景

截至 2021 年 12 月，全国铁路营业里程突破 15 万公里，其中高铁超过 4 万公里随着铁路运营时间的增加，在列车自身运行载荷和自然环境因素的交互作用下，铁路的轨道结构变形、路基沉降塌陷、桥梁隧道沉降变形、边坡主动防护失效等问题频现。因此需要大量铁路工人进行检修维护。为保证作业人身安全均需设置“安全员”负责防护。本系统可辅助安全员对列车接近进行及时提醒，弥补安全员防护失效带来的安全事故，是铁路施工人员的安全保障的标配。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



023 一种基于多信息融合的无人驾驶车辆 高精度定位方法

一、项目简介

本成果属于原创先进技术,本成果提出了一种基于地图和在线感知信息融合的无人驾驶车辆高精度定位方法,可以在卫星信号受到干扰的情况下,依据实时检测信息提供车道级的高精度定位,为无人驾驶车辆在工业现场环境作业提供了保障。

二、应用领域及市场前景

本成果可以应用在无人驾驶车辆的环境感知和智能决策当中,可以在未来无人驾驶、车路协同的产品和相关应用中发挥作用。通过成果转化企业在关键核心器件供应和场景解决方案服务两个产业环节发挥作用,可以在港口运输、机场物流、矿山运输、干线物流百亿/千亿/万亿级市场中占据一定的市场份额,市场前景广阔,预期在数年内实现亿元以上的营收。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



024 下一代现场痕量检测传感器及量产技术

一、项目简介

研制的 SERS 传感器具有高灵敏、秒量级、非接触式等典型特点,通过表面功能化处理后,可以具有抗酸碱、抗高温、抗杂质分子干扰等优势,适用于现场复杂环境下的快速、痕量检测。具体指标如下:

检测限: ppb 量级;

响应时间: <60 秒;

信号重复性: RSD<5%;

抗干扰性: >10;

适用温度: -30—80°C

二、应用领域及市场前景

军事领域: 沙林、塔崩、梭曼、芥子气、毒素等生化战剂;

农产品: 违禁农药;

非法添加: 食品/药品/保健品中的非法添加剂;

毒品: 毒品稽查、毛发验毒、污水验毒;

爆炸物: 海关、边防、安检等爆炸物排查;

环境污染: VOCs、重金属、有机物等污染物检测

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



025 等离子体法热解锆英砂制备高纯氧化锆技术

一、项目简介

本项技术将改变氧化锆工业生产的化学法、电熔法两种工艺，该工艺生产出具有高活性的氧化锆产品将是国内首次开发的工艺。该方法具有化学法和电熔法的优点，生产氧化锆比表面积大，活性高，致密度高，却摒弃了两者的缺点，生产具有清洁，安全等特点。等离子体热解生产的高活性大比表面积高纯氧化锆具有纯度高，化学性质稳定，杂质含量少等优点，具有耐磨损，表面自润滑、耐高温、耐腐蚀高强度等特性。

二、应用领域及市场前景

高纯氧化锆广泛应用在传统电熔锆无法胜任的领域，例如纺织瓷件、高档色料、人造宝石、固体燃料电池、高性能锆结构陶瓷、电子陶瓷等行业。目前汽车尾气净化装置的催化剂载体也逐渐采用高纯氧化锆。其还将成为精细和超细研磨的主要研磨介质。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



026 3D 先进封装的 TGV 技术

一、项目简介

团队率先在国内开展面向三维先进封装的 TGV 工艺研究，提出了基于硅和银浆为导电材料的 TGV 技术。采用了激光诱导刻蚀工艺完成了高深宽比微孔批量制造，攻克了高温特殊气氛下玻璃致密回流、多种材料高精度研磨抛光工艺流程等技术难题，最终完成了 TGV 晶圆的高精度制作。

二、应用领域及市场前景

随着 5G、人工智能和高效能运算等新技术兴起，半导体芯片对于高性能、小尺寸、高可靠性以及超低功耗的要求越来越高，这也促使先进封装技术不断突破发展，先进三维封装技术也逐渐成为实现电子产品小型化、轻质化、多功能化的重要手段。玻璃穿孔（TGV）是实现玻璃正反面垂直导电的一种新型工艺，具有绝缘性高、气密性高、适合跨尺度多区高精度集成等优点，在射频器件、微机电系统(MEMS)封装、微器件系统集成等领域具有广泛的应用前景。根据 MEMS 市场咨询机构 Yole 的数据，全球封测行业市场规模保持平稳增长，预计从 2019 年的 680 亿美元增长到 2025 年的 850 亿美元，年均复合增速约 4%。根据中国半导体行业协会的数据，中国封测行业市场规模从 2011 年的 976 亿元增长到了 2019 年的 2350 亿元，年均复合增速约 11.6%。5G/6G 射频芯片市场规模在 2023 年将达到 50 亿元。高端芯片微流控市场在 2026 年将达到 200 亿每年。应用领域广，市场前景大。应用领域主要有：

半导体芯片 3D 先进封装：WLP 晶圆级封装、玻璃基三维转接板等；射频芯片封装：毫米波雷达、5G/6G 芯片封装等；

MEMS 传感器封装：微流控、高端分析器芯片、光学 MEMS 器件等。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

027 高稳定性超导磁体

一、项目简介

掌握了热处理技术、接头技术、绕制技术、绝缘技术、保护控制技术等关键技术，解决了大口径 ($>300\text{mm}$) 高场 ($>10\text{T}$) 磁体研制的技术难点，有助于提升我国在超导磁体产业领域的标准化系列产品的竞争力，打破国外的垄断，降低使用门槛，为我国高新技术企业、高校及科研院所的创新研发提供现实可行且经济有效的高场研究条件。

二、应用领域及市场前景

高新技术企业、高校及科研院所的创新研发。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



028 园区巡逻机器人

一、项目简介

针对学校/工厂/物流/景区等园区人工巡逻劳动强度大，效率低，智能化水平不足等问题，本巡逻机器人采用模块化设计，具有厘米级的自主建图和定基于 Teach-And-Replay 的多任务点自主导航、典型异常行为自主识别、基于知识图谱的异常行为处置等功能，可以实现无人/人机协同的园区全天候安全巡逻。

二、应用领域及市场前景

随着智慧城市、智慧安防等政策实施，园区的无人化巡检需求巨大，本产品可广泛应用于各类园区的智能无人巡逻，降低人工巡逻工作强度和安全隐患，提高巡逻效率；同时可以扩展环境感知、自主作业等功能模块，通过二次开发，实现自动搬运等新功能；基于本产品的相关技术，可以形成巡逻机器人开发平台，研制消防巡检、电力巡检、警用巡检等系列化产品。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



029 毒品快速检测仪

一、项目简介

毒品快速检测是自主研发的一款以表面增强拉曼光谱技术为核心的手持式物质快速检测仪器，能对各种毒品及易制毒化学品、新精神活性物质进行快速检测和准确识别，3 分钟内给出被测物质的具体名称、物质属性和谱图，并且该仪器采用国际先进技术能检测出毛发中含有的毒品的成分，并生成 PDF 报告。其耗时短，设计精巧，结构简单，性价比高。

此成果荣获 2020 年国家技术发明二等奖。

二、应用领域及市场前景

公安安全中毒品快检、公安系统的治安检查、娱乐场所筛查和社区戒毒；交管系统的毒驾筛查、驾照申请体检筛查；军队征兵体检筛查以及医院体检吸毒筛查等。

截至 2020 年底，全国发现、登记吸毒人员 180.1 万名，戒断三年未发现复吸人数 300 万名，2020 年查处吸毒人员 42.7 万人次，新发现吸毒人员 15.5 万名，海洛因、冰毒等滥用品种仍维持较大规模，大麻吸食人数逐年上升，新精神活性物质滥用时有发生。

禁毒一直属于公安部门长期重点工作，毛发中毒品检测，现场毒品检测与公安禁毒部门业务息息相关，而且需求量较大。

我司毒品快速检测仪做为禁毒最实用的装备，因其检测广泛快速，操作简单，结果准确，携带方便，广受禁毒部门的好评。

三、合作模式

前期：通过融资进行批量生产，拓展产品检测范围，加大研发和推广力度。
后期：通过代理和直销的模式进行深度商务推广。

030 毒物快速检测仪

一、项目简介

毒物快速检测仪是自主研发的一款以表面增强拉曼光谱技术为核心的手持式物质快速检测仪器，能对各种生物检材中的毒品，食品及调料中毒物、保健品中非法添加物、蔬菜中农药残留等进行快速检测和准确识别，前处理简单，5 分钟就能准确给出被测物质的具体名称、物质属性和谱图，准确率高，并生成 PDF 报告。其快速检测方法目前市场处于空白阶段。

此成果荣获公安部刑事技术大赛银奖。

二、应用领域及市场前景

毒品毒物快检、食品安全中非法添加剂、农药残留快检、生物医疗急救、公共安全等多个领域。

毒物快速检测源于 2019 年公安部刑事技术“双十公关计划”，基于表面增强拉曼技术(SERS)，结合特别涉及的检测单元和前处理技术，实现不同基质中毒物快速检测。

因其技术的超前性，目前国内没有相应的仪器能进行毒物快速现场检测，但是投毒、服毒自杀、食品非法添加、农药残留等事件居高不下，仅西南某市每年涉及的毒物案件就有 5000 多起，产生了极其恶劣的影响。因此，毒物快速检测仪器在公安刑侦检测、医院 120 急救中心、食品药品监督管理局现场检测中有着广阔的市场。

传统检测中耗时长，检测范围窄，有些使用单位没有现场检测条件，我司毒物快速检测仪有着广阔的市场前景。

三、合作模式

前期：通过融资进行批量生产，拓展产品检测范围，加大研发和推广力度。

031 毛发毒品快速检测系统

一、项目简介

毛发毒品快速检测仪是自主研发的一款以表面增强拉曼光谱技术为核心的便携式快速检测仪器，能专门对毛发中的毒品进行快速检测和准确识别，前处理操作简单，5 分钟就可完成检测，并能准确给出毛发中毒品的具体名称和谱图。该款仪器可实现半自动化检测，可一次性同时处理 12 份毛发样品，大大提高检测效率，适合单个样品及批量的样品的检测。

此成果为 2019 年安徽省重点研究计划科技强警专项转化成果。

二、应用领域及市场前景

适用于公安缉毒、社区戒毒及康复、征兵体系及医院等固定场所的毛发毒品快速检测。

截至 2020 年底，全国发现、登记吸毒人员 180.1 万名，戒断三年未发现复吸人数 300 万名，2020 年查处吸毒人员 42.7 万人次，新发现吸毒人员 15.5 万名。

所有在册吸毒人员和戒断三年未复吸人员均要接受每年 4 次毛发检测，市场体量较大，市面上传统检测只能进行单个手动检测，该款仪器实现了半自动化检测，可一次性同时处理 12 份毛发样品，大大提高检测效率，同时，该仪器配备了增强拉曼技术，在检测范围上比传统毒品检测更快、更广。因此具有广阔的市场前景。

三、合作模式

前期：通过融资进行批量生产，拓展产品检测范围，加大研发和推广力度。

后期：通过代理和直销的模式进行深度商务推广。

四、相关图片



032 物质快速检测仪

一、项目简介

物质快速分析仪是自主研发的一款以拉曼光谱技术为核心的手持式物质快速检测仪器，采用激光拉曼光谱分析技术，能对几千种毒品及易制化学品、易燃易爆、易制爆等危险化学品及食品安全等物品进行快速检测和准确识别，仪器可在保证不损害被测样品完整性的情况下，检测液体和固体状态的样品，同时仪器可以进行表面增强拉曼光谱测试，准确给出被测物质的具体名称、物质属性和谱图，并生成 PDF 报告。其耗时短，设计精巧，结构简单，性价比高。

此成果为安徽省第四批特支计划创业领军人才项目转化成果。

二、应用领域及市场前景

公安安全中爆炸物、毒品毒物快检、食品安全中非法添加剂、农药残留快检、珠宝鉴定、原料药检测、生物医药、地质地矿等多个领域。

2021 年全球拉曼光谱仪收入大约 289.8 百万美元，预计 2022 年达到 368.4 百万美元，其中国内市场占有率半数以上，近 10 多年来，拉曼光谱在人们生活中发挥着越来越重要的作用，其市场规模也快速扩大。当前，在国外主要用在制药领域，在国内则更加广泛，公安禁毒、安检、食品安全、制药等领域都得到了终端用户的认可。可以预计，未来的 10 年，拉曼光谱的市场规模将会进一步快速增长。

三、合作模式

前期：通过融资进行批量生产，拓展产品检测范围，加大研发和推广力度。
后期：通过代理和直销的模式进行深度商务推广。

四、相关图片



033 动态准直傅里叶变换红外光谱分析技术

一、项目简介

针对我国对高性能红外光谱分析技术的迫切需求，攻克动态自校准红外干涉仪、干涉图多通道分段采集、光谱解析算法、分析模型及数据库软件等关键问题，自主开发高性能傅立叶变换红外光谱仪器，在信噪比、光谱重现性、仪器间一致性等关键指标方面达到国际先进水平。研发的动态准直型傅里叶变换红外光谱分析仪，填补国内空白，可广泛应用于环境监测、气象探测等领域。

二、应用领域及市场前景

红外光谱仪在环境监测、气象探测、制药过程、药品快检等众多的学科领域及过程分析控制方面具有广阔的应用前景。在节能减排、优化资源综合利用，提高生产效率和产品质量，保障环境与公共安全，建立完善从生产到流通的全程品质跟踪与监控体系等方面发挥着不可替代的重要作用。

通过了环境适应性测试和可靠性测试，产品可靠性超越国外同类仪器水平；实现了小批量试制，在有限的实验室空间里，已经研制了年产 100 台套核心部件的柔性生产线。适当扩充场地可大幅度提高产能。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



034 基于固态技术的高可靠性微波源

一、项目简介

固态微波源工作原理本质区别于磁控管，工作电压工作在 50V 以内，不存在高压风险、输出功率稳定、频率和幅度均灵活可调，高功率固态微波源越来越受到关注。但是高功率固态微波源存在以下两方面难点：1. 数十只功放模块一致性难以保证。2. 高功率径向合路器研发尤其困难。我们团队用了近五年时间，克服上述困难，采用 24 只 1KW 功放模块成功研制国内首套 915MHz/20KW 固态微波源，积累了功放一致性、高功率径向合路器研发经验，具备各种频段从几百瓦到几十千瓦研发能力。发表相关专利 11 项。

二、应用领域及市场前景

金刚石镀膜 MPCVD 制备；微波冶炼、射频解冻。

在科研中可以应用各种光源的粒子加速装置等以及医疗中质子医疗功率源等。

磁控管为主的高功率微波加热装置性价比极高，占市场很大份额。随着半导体技术发展、高功率合路技术的突破，高功率固态微波源替代磁控管已经成为趋势。在低频段（ $<433\text{MHz}$ ），北京北广集团和成都凯腾四方数字广播公司占有中国大部分市场，在高频段（ $>433\text{M}$ ）由于技术难度大，世界范围内目前只有成都的沃特塞恩公司具有研发相关产品的能力，该公司成立 6 年，发展到 3 个亿的产值，正谋求上市，我们团队在高功率径向合路器等技术要优于成都公司。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

035 番茄采摘机器人

一、项目简介

本成果是一款基于 ROS 系统开发的智能型番茄采摘机器人，主要用于植物工厂等室内环境中樱桃番茄的自动化采摘。该机器人能够准确检测出番茄的成熟度及其空间坐标，并自主移动到目标位置，通过机械臂和机械手对成熟番茄逐个采摘，放入自带的果篮中并送到指定的位置（如吧台等），甚至可通过机械手将采摘后的樱桃番茄，越过餐桌上的玻璃护栏等障碍物，逐个精准投放到餐桌上的果盘里。该机器人具有全向、大范围自主移动能力，无需在地面铺设导轨或引导地标，灵活机动，对番茄有很高的识别准确率和采摘成功率，对果实无损伤。该产品还支持对其进行二次技术开发，用于采摘其他果蔬品种，或进行授粉以及其他作业。

二、应用领域及市场前景

智慧农业及其他领域。用于植物工厂等室内环境下的番茄采摘，也可通过修改部分硬件和软件，完成其他作业任务。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



036 低噪声无人机

一、项目简介

低噪声无人机在一些专业领域、民用领域有重要的需求。研究团队采用仿生降噪技术，在不改变无人机气动特性的前提下，可使无人机的飞行噪声降低 3dB 以上，相当于无人机的辐射噪声功率降低一倍以上。研究团队采用仿生降噪技术处理的同级别四旋翼无人机，其飞行噪声比美国洛克希德·马丁公司研制的 Indago 四旋翼无人机的噪声水平还要低两个多分贝。

二、应用领域及市场前景

低噪声无人机在一些专业领域、民用领域有重要的需求。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



037 微小部件高速高精度自动分拣装备

一、项目简介

已开发出产品化样机，长时间稳定可靠运行；稳定检测精度 5um，分拣效率 40000 片/小时；设备已申请发明专利 2 项，软件著作权 1 项。

该装备以高性能图像处理技术为核心，自主研发图像检测算法，可高效准确地识别检测对象表面瑕疵，包括但不限于叠片、变形、划痕、斑点、凹坑和脏污等，有效减少或替代多类型微小零部件的人工检查，避免人眼检测中因疲劳而产生的错检漏检。

二、应用领域及市场前景

主要面向半导体、电子元器件和机械零部件等需要人工密集检查的制造产业，可实现产品外观的高质高效检测。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

038 TPI300 数字投影仪

一、项目简介

TPI300 数字投影仪采用全面优化设计的检测模块，测量量程扩展到 $200 \times 100\text{mm}$ ，实现了自动对焦、自动照明调节、自动锁定等功能。仪器针对不同测试对象具有 5 种测量模式，同时配合专为行业检测需求研制的检测附件，提高了准确性和效率。采用高精度闭环反馈系统与伺服系统相结合，将测量平台的定位精度提高到微米量级。配备网络、串口等通讯方法，支持完备的数据采集、联网管理、数据库检索等功能，可选多种打印方式。仪器一体化设计，结构紧凑，外形美观。

二、应用领域及市场前景

主要用于产品质量检测。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



039 视觉云参数观测仪 ASC300

一、项目简介

视觉云参数观测仪 ASC300 是新一代的地基云参数自动化观测仪器,用于云图获取、处理和云的定量分析。本产品拥有独特技术,可以在无太阳遮挡装置情况下获取清晰无遮挡的全天空图像,自动化处理云图数据,登录指定网站即可查询观测结果数据。可用于检测天气和云况变化、气象科学、遥测太阳能资源研究等。

仪器融合了计算机视觉、高动态曝光、光流计算、深度学习等技术,可实现全天空云图的采集、处理和分析,获得全天空的云量、云底高度等信息。

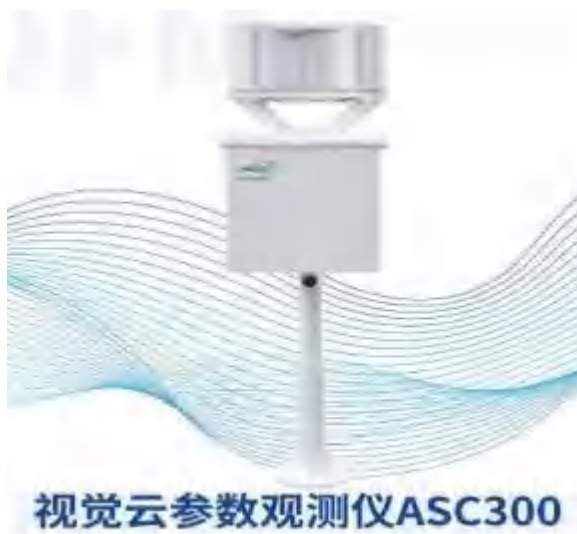
二、应用领域及市场前景

传感及测试测量以及气象等。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



040 高效永磁驱动无油润滑涡旋空压机

一、项目简介

团队研制一种高效永磁驱动无油润滑涡旋空压机，具有无油润滑、能耗低、噪声低的优点，能够解决普通的空压机（活塞、螺杆）产生的压缩空气存大量的油颗粒，对下游设备使用寿命失效带来安全隐患。产品由运转涡旋盘（动盘）、固定涡旋盘（静盘）、机体、防自转环、偏心轴等零部件组成。工作过程仅有进气、压缩、排气三个过程，而且是在主轴旋转一周内同时进行的，外侧空间与吸气口相通，始终处于吸气过程，内侧空间与排气口相通，始终处于排气过程，而上述两个空间之间的月牙形封闭空间内，则一直处于压缩过程。因而可以认为吸气和排气过程都是连续的。

二、应用领域及市场前景

近几年随着我国高端装备的不断升级，特别是商用新能源汽车对刹车系统及能耗噪声要求较高，燃油车预计在未来 20 年内将退出市场，新能源车的出现将给无油涡旋刹车泵带来巨大市场。高铁及动车中国市场巨大，据不完全统计每节车厢都需要配备 2 台无油空压机作为气动的动力源，可以推算将来无油涡旋在高铁动车中的应用也有巨大市场。车用无油涡旋空压机在商用汽车及高铁中的应用市场非常广阔，目前在这个庞大的潜力市场中，无油涡旋的应用还是处于初步应用阶段。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



041 智能消防机器人装备

一、项目简介

本团队围绕智能消防预警处置一体化系统项目的键技术开发及产业化布局，累计申报了 20 多项各种类型的专利，包括机器人构型设计、控制方法研究、关键算法等。

除了常规消防巡检机器人都具有的导航定位、碰撞、目标识别等传感手段外，我们自主开发了声源定位技术，用于异常声源的识别与定位，可帮助完成故障排查、人员搜救等任务。其次，在导航算法上进行了比较大的优化。现有的机器人产品导航路径普遍存在平滑度不够，导致机器人避障转弯生硬，刹车、转向冲击性比较大。我们通过改进混合 A*算法，在保障路径长度的基本一致的前提下，优化了路径的平滑。对于机器人的快速移动提升明显。

二、应用领域及市场前景

项目建成投产后，可为不少于 3 种智能消防机器人产品及系统平台提供研发制造、装配调试产业化平台，形成一条年产能不低于 200 台套的智能消防特种机器人生产线；通过 2-3 年的市场培育，预估年均销售额不低于 1 亿元，年均纳税不低于 500 万元。项目间接效益带动了行业产业链上各个主体的发展。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



042 金微球阵列检测芯片

一、项目简介

团队基于前期的原创成果，提出了新一代 SLR 传感技术。技术核心是，基于纳米金微球，按非密排方式、排列而成的有序阵列。采用纳米金颗粒，就无需引入特定的光源和光路，只需采用普通白光，任意角度入射，都可以激发 SPR 共振吸收，换言之，我们可以从传统的复杂反射模式，简化为极简的吸收模式，大大简化光路。更重要的是，除了颗粒自身 SPR 特性，这种阵列结构，还可以产生一种全新的晶格共振耦合吸收模式，这个可比喻为：在球场观众席上，看到的“人波浪”运动游戏，颗粒各自上下振动，形成一个沿表面传播的整体波，即 SLR 吸收新峰。这个新峰，比常规 SPR 峰更尖锐、更灵敏、且易调控。此外，传统纳米金膜上 SPR 激发场，分布在几百纳米范围内，这样会使一些分析物，还未被金表面配体捕获，就已产生变化信号，但通常为假信号。而 SLR 激发场，仅局域于表面几十纳米范围内，只有被配体捕获的分析物，才会引起信号变化，故为真信号。相比之下，具有光路简单、体积小，低成本、高性能、和高效率等优势。

目前已获得多项自主知识产权的专利；由尺寸均一、高质量序构、高灵敏传感等形成的系列技术壁垒，有效保障了 SLR 传感技术在未来 5-10 年的长期竞争力！

二、应用领域及市场前景

SLR 技术有两个应用方向，一个是对分子间相互作用的传感，实现高端分子互作仪，从而实现“进口替代”，主要用户是药企、医院、科研院校等。另一个是对生理指标的定量检测，实现便携式快检仪，我们的目标是在智慧社区率先推广。本项目优势是从根源出发，实现低成本、轻小型化的体外诊断仪。

受疫情常态化影响，这个市场总额预计到 2027 年将达到 130 亿元。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

043 超高温陶瓷粉体工程化制备

一、项目简介

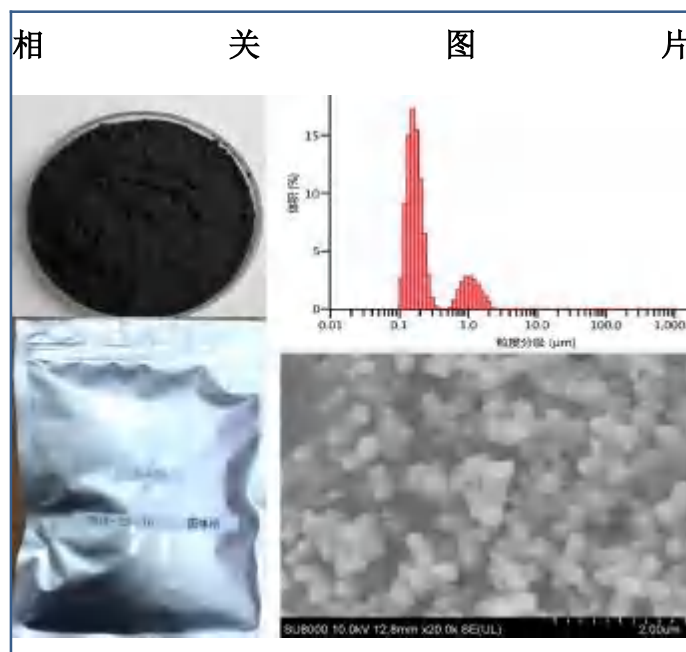
本项科技成果采用溶胶-凝胶法结合碳热还原法，使前驱体，增强溶胶框架的均匀性，降低硼化锆粉体产品粒径，碳热还原的过程控制与产品分级后处理工艺，实现硼化物超高温陶瓷纳米粉体的纯度、粒径、批次稳定性，并采用逐级放大、逐步叠加的策略实现硼化物陶瓷粉体的公斤级制备工艺到工程化生产技术的突破。获得了单批次 5kg 级高纯、超细硼化物超高温陶瓷粉体的生产能力。

二、应用领域及市场前景

本项科技成果，可以实现百纳米级高纯硼化物陶瓷粉体的批量制备，有望摆脱我国在高品质超高温陶瓷粉体领域对进口粉的依赖，实现进口替代，克服进口超高温陶瓷粉体价格高、技术封锁、“卡脖子”的难题。有望实现战略性、高附加值陶瓷粉体产业化生产，并掌握自主知识产权，为我国航空航天领域用超高温耐热材料和民用高端耐热耐磨陶瓷产品提供材料基础和技术保障。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。



044 农产品重金属残留快速检测的 可视化分析试纸研制

一、项目简介

发展了新一代纳米荧光可视化分析试纸，建立试纸为基础的快速分析平台，发展最为廉价、便捷、实用、易操作的分析检测工具。

核心技术包括：纳米荧光材料的合成和筛选；对目标污染物具有超敏感光学响应的荧光纳米探针设计；荧光纳米试纸的制备及定性定量分析方法的建立。

二、应用领域及市场前景

检测对象：农产品及环境中的农药残留、重金属离子、抗生素及非法添加剂等现场快速、定量或半定量检测

操作简单。不需要专业指导。

结合智能手机 APP，可进行多指标高通量同时定量检测

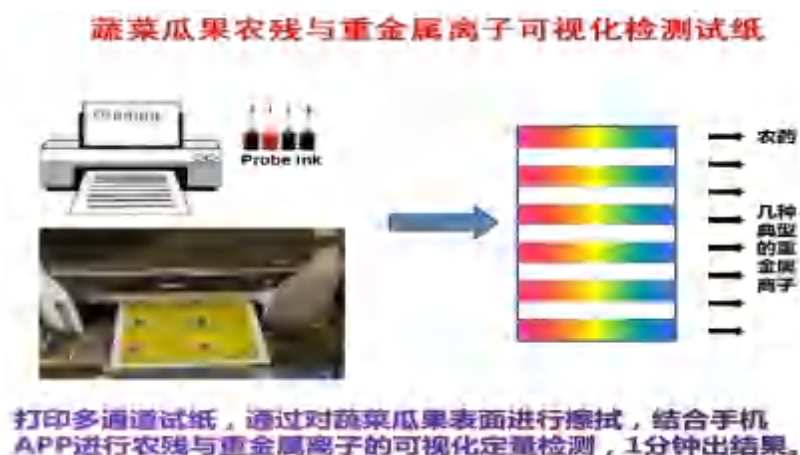
低成本，量化生成成本更低，

时间短：1 分钟，灵敏度：达到国家标准。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



045 面向航空航天领域高比强高吸能

A1 基点阵材料

一、项目简介

研制的 A1 基点阵材料，是目前国际上公认的最有前景的轻质超强韧结构材料之一，其单位质量吸能 $40.4 \sim 43.7 \text{ J/g}$ ，比强度达 $90.5 \sim 92.2 \text{ MPa}/(\text{g}/\text{cm}^3)$ 。掌握了金属基点阵材料的计算机辅助设计技术，揭示了 A1 基点阵材料的应力应变行为、变形与破坏机制，提供了 A1 基点阵材料力学性能的调控与优化方法，得到了轻质、高比强、高吸能的新型金属基点阵材料。

二、应用领域及市场前景

有望解决传统泡沫铝承载强度低，铝蜂窝抗剪切及抗平压性能差以及目前制备点阵材料存在的构型单一、层级少、吸能有限等问题。为在航天器、汽车、轨道列车、船舶等领域抗冲击或缓冲吸能结构中的应用奠定基础。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



046 低成本硅基真空绝热板的规模化制备 与建筑应用示范

一、项目简介

通过将硅基真空绝热板和氟碳涂料涂装的铝单板优化结合，设计发明了建筑用真空绝热装饰一体化板，该板材结合保温与装饰一体化，可应用于建筑外墙保温装饰，其具备安全可靠、装饰美观、高效节能、性能稳定以及 A 级防火的特性。在施工工艺上采用粘铆结合的施工方式，安装更便捷，施工难度低，工期短。

目前本项目产品已经实现批量生产，已经完成 7400 平方米真空绝热装饰一体化板建筑应用示范工程，累计完成工程近 1 万 5 千平方米。通过示范工程的实施完善了真空绝热装饰一体化板的施工工艺，编纂并修订了《保温装饰板（真空绝热板单面复合金属面板）外墙保温系统施工方案》，规范了真空绝热装饰一体化板的安装和施工。为真空绝热装饰一体化板的规模化推广应用提供了指导。

二、应用领域及市场前景

该一体化板已经获得了安徽省建设新产品推广证，可以广泛应用于既有建筑、新建建筑的外墙保温工程中。真空绝热一体化板产业化及其在建筑领域的应用，对降低建筑能耗、构建绿色建筑体系、实现节能减排都具有重大的意义。同时，硅基真空绝热板作为一种新型高效保温材料，应可开拓新的应用领域，这对促进我国绝热材料行业的发展都具有重要的意义。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

047 新型可调大晶格常数 GYSGG 单晶衬底

一、项目简介

团队具有多年生长含镓类晶体的丰富经验,已掌握 3 英寸高质量 GYSGG 晶体生长工艺及超光滑基片加工技术,并且获得国家发明专利授权(ZL200810246217.5)。已实现小批量生产,提供给用户使用。

主要技术指标如下:单晶基片尺寸 $\leq \Phi 3$ 英寸,晶格常数 12.426-12.554 Å,常见 12.500Å,晶向误差 $\pm 0.3^\circ$,XRC 半高宽 $\leq 80''$,粗糙度 $R_a < 0.3\text{nm}$ 。

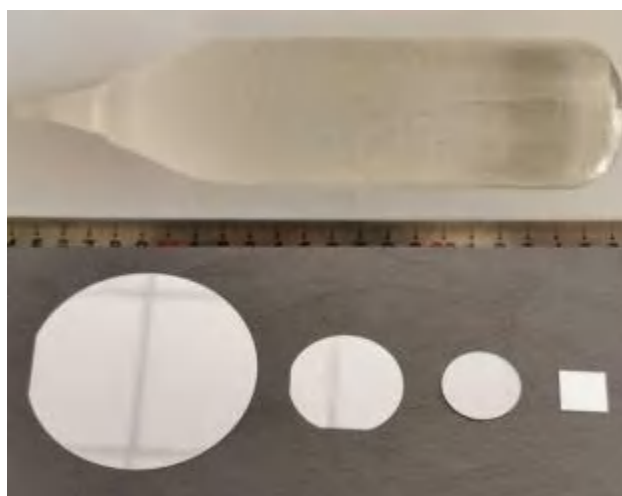
二、应用领域及市场前景

类 YIG 磁光器件是激光通讯系统中的核心器件,需要与之相匹配的优质大晶格常数 GYSGG 单晶作为衬底。此外 GYSGG 还具有优异的抗辐射能力,掺入稀土离子后可作为激光工作物质,产生各种波段的激光,可应用于太空等强辐射环境。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



048 红外高发射率涂层材料

一、项目简介

主要特点和优势：红外高发射材料是以涂层的形式涂覆于器件表面，材料用料少，使用方便，无需改变器件结构等。能充分有效利用热量，降低能耗和提升热交换速度。

主要技术指标（或参数）：

(1). 红外发射率：0.9-0.99；

(2). 工作温区：红外辐射增强涂层材料：室温~1300℃； 红外高吸收材料：室温~700℃

(3). 节能效率：红外辐射增强涂层材料：3%~3.5%； 红外高吸收率涂层材料：8%~15%

二、应用领域及市场前景

目前，我国的（工业或家用）燃气锅炉、电锅炉、民用燃气或电加热灶具等使用广泛，然而其能耗和热效率均远低于发达国家水平。另一方面，实际应用中，常常需要在低能耗的基础上，保持非常高的加热或散热的速度和效率。传热的过程包括热传导、热对流和热辐射三种基本机制。可应用于不同温区的红外高发射率涂层材料可以充分利用红外辐射的热交换过程，以达到更快和更有效的热交换，实现加热以及散热过程的节能降耗。

主要用于民用灶具、建筑保温、高功率器件散热、冰箱和空调的热交换系统、家用燃气锅炉等场合，此外，还有冶金、石化、火电、水泥、玻璃、陶瓷等行业的各种工业锅炉和高温窑炉等。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



049 新型结构与功能一体化高效中子屏蔽材料

一、项目简介

结构与功能一体化 Gd₂O₃-CLAM 屏蔽材料具有高效中子屏蔽、耐高温、抗腐蚀、抗辐照、低活化环保等特点，并在中子屏蔽、高温力学、抗辐照等性能等方面超越现有硼钢等中子屏蔽材料；同时，其成分具有低活化特性，在材料退役处置方面具有显著优势。

主要技术指标：

屏蔽性能：1mm 厚度下热中子通量衰减 80%以上，较现有含硼钢提高 50%以上； γ 射线屏蔽效率提高 20%。

力学性能：室温屈服强度 $\geq 400\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 550\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 10\%$ ；500℃高温屈服强度 $\geq 200\text{MPa}$ ，抗拉强度 $\geq 250\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 10\%$ 。

二、应用领域及市场前景

材料具有高效中子屏蔽、耐高温、抗辐照、低活化环保等优点，被广泛应用于核能行业、航空航天、国防军工、核医学等领域，可做成核反应堆关键核心部件，核废料及放射源贮存容器、空间站辐射屏蔽、放射医疗设备屏蔽部件等，具有广阔的应用和市场前景。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



050 面向激光聚变应用的大尺寸高品质掺钕氟化钇 锂(Nd:YLF) 激光晶体及其提拉法生长技术

一、项目简介

Nd:YLF 晶体荧光寿命长, 比 Nd:YAG 高两倍多, 储能能力强, 可获得高脉冲能量; 折射率温度系数为负值, 热透镜效应小, 利于高光束质量激光输出; 1053nm 输出与激光聚变用磷酸盐钕玻璃激光波长匹配, 是聚变激光系统振荡器和预放器工作介质。

本技术可大幅降低生长过程中氧溢出、克服原料组分挥发, 实现晶体尺寸、品质提升, 制备出直径 $\geq 60\text{mm}$ 晶体及 $\sim \phi (20-25)\text{mm} \times (120-150)\text{mm}$ 、吸收损耗 $\sim 0.1\%\text{cm}^{-1}$ 元件。同时, 还可实现原料重复利用, 降低成本, 拓展其应用领域, 推动我国激光技术进步。

二、应用领域及市场前景

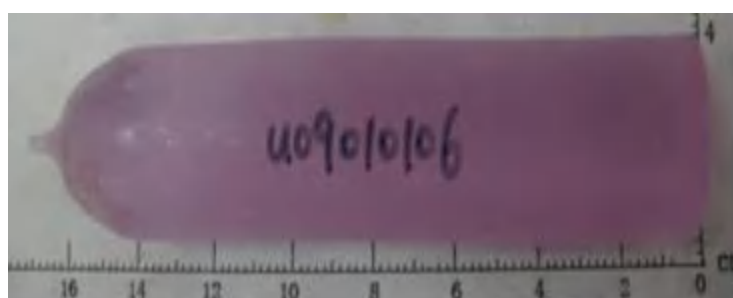
激光惯性约束核聚变点火装置, 超大型钕玻璃激光器的种子源、预防和一级放大的工作介质;

是脉冲、薄片、可见、高平均功率、OPO 泵浦源激光等最重要激光介质, 在激光加工、激光显示、医疗、科研等领域广泛应用。

三、合作模式

可通过委托开发, 成果许可、转让等方式, 共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



051 高能量密度长循环寿命水系锌离子电池

一、项目简介

利用一步水热结合原位电化学活化方法合成了一种性能非常优异的二硫属水系锌离子电池粉体正极材料，材料具有制备工艺简单、可操作性强、成本低、环境友好及安全性高等优点，组装的电池器件具有非常优异的能量密度和循环寿命，甚至超过了现有的商用锂离子电池，相关技术我们已申请了专利进行保护。

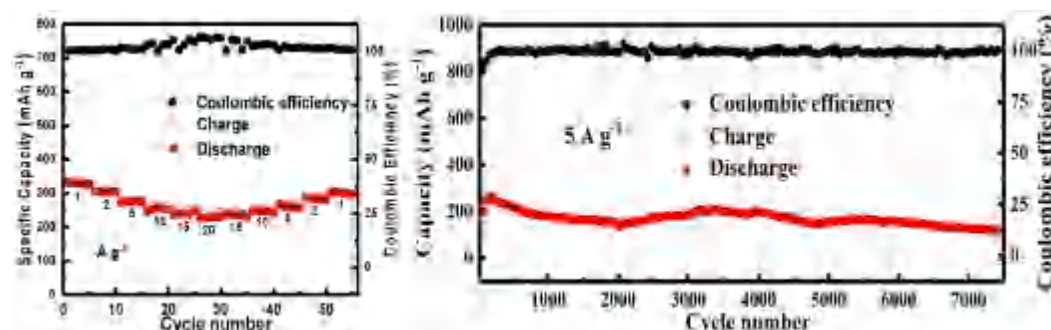
本项目中获得了一种结构新颖的二硫属化合物材料，该材料经适当原位电化学活化后用作水系锌离子电池正极，电池具有很高的能量密度，可以媲美现有商用锂离子电池、且其循环寿命和成本远优于锂离子电池，非常适合在大规模储能设备如电网储能中使用，甚至于用于电动汽车。

二、应用领域及市场前景

公用/工业/医疗电器、电动汽车、大型储能电站及军事国防等领域。

合作模式可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

三、相关图片



052 高性能钠离子电池硬碳负极材料

一、项目简介

本项目中利用一种在自然界非常容易获得的生物质材料作原材料,对其进行水热预处理和高温热解,获得了一种性能非常优异的硬碳材料。利用这种硬碳材料组装的钠离子电池无论是在首效、稳定性还是倍率性能方面,都较商用硬碳材料更为优异。且这种硬碳材料还具有制备过程简单、成本低廉、环境友好等优势,非常适合大规模生产和商业化应用,相关技术我们已申请了一项专利进行保护。

主要技术指标(或参数):

比容量:在 50mA g^{-1} 电流密度下,材料的首次充电和放电比容量分别为 361.2 和 421.9mAh g^{-1} ,库伦效率达到 85.6% ;

循环性能:在 1A g^{-1} 电流密度下经过 500 次循环,容量保持率 95% ;倍率性能:在 5A g^{-1} 电流密度下,比容量为 206.1mAh g^{-1} 。

二、应用领域及市场前景

随着储能、消费和工业发展对电化学储能需求的快速增长,加之锂资源扩产周期大幅长于下游产品扩产速度,供不应求之下锂资源价近期呈现快速上涨趋势,截至 2022 年 5 月份,碳酸锂、氢氧化锂两种锂离子电池原材料价格分别较 2020 年低点时的 4 和 3.85 万元/吨上涨至 44 和 45.5 万元/吨,推升了锂离子电池成本的大幅攀升。相比于锂离子电池,钠离子电池因原材料丰富、价格便宜而在大流量交通工具如公交车和大规模储能等领域具有很大的竞争优势,且钠离子电池在低温、安全和快充等性能指标上还优于锂离子电池。因此钠离子电池应用前景非常广阔。有专业机构预测,到 2025 年全球钠离子电池需求规模约为 67.4 GWh。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

053 高效全电解水制氢关键催化剂材料

一、项目简介

采用磁控溅射、电化学沉积、原位掺杂等方法在商用泡沫镍电极上直接生长自支撑过渡金属基纳米催化剂，并作为电解水析氢反应阴极与析氧反应阳极的核心材料。相关技术可与太阳能、风能等可再生能源技术联用，进一步降低电解水制氢成本。已制备了多种高活性过渡金属基催化剂以及电解水制氢电极板。催化剂性能接近或达到商业贵金属的水平，成本仅为贵金属催化剂成本 1/3。

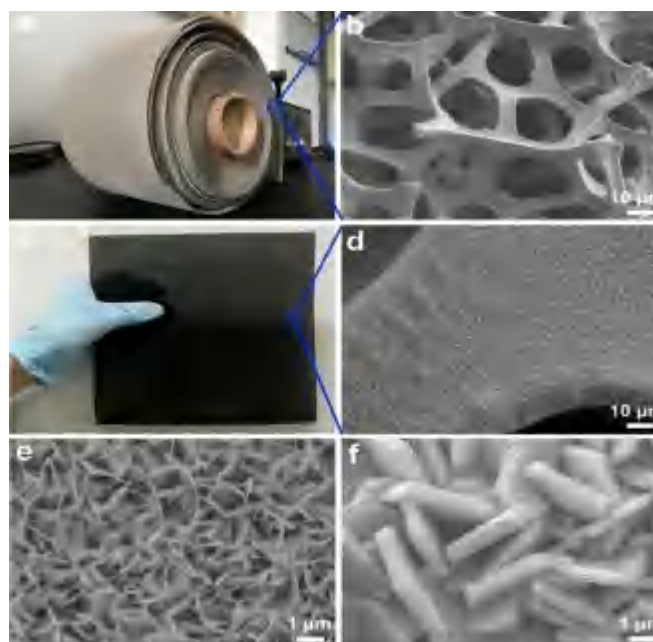
二、应用领域及市场前景

氢能应用。面向氢能需求，通过在泡沫镍电极直接生长的大面积自支撑高效双功能催化剂作为电催化纯水制氢的电极材料，并取得重要进展。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



054 氢燃料电池材料与器件

一、项目简介

面向氢燃料电池领域关键材料与器件的国产化和产业化需求，开展低成本、高效能氢燃料电池催化剂及膜电极的研发。发展了系列纯铂、低铂及非铂基催化剂，获得了兼具高催化活性与长寿命的催化材料体系，建成催化剂产线，实现铂碳、铂合金-碳催化剂量产，年产能>500 公斤；建成氢燃料电池

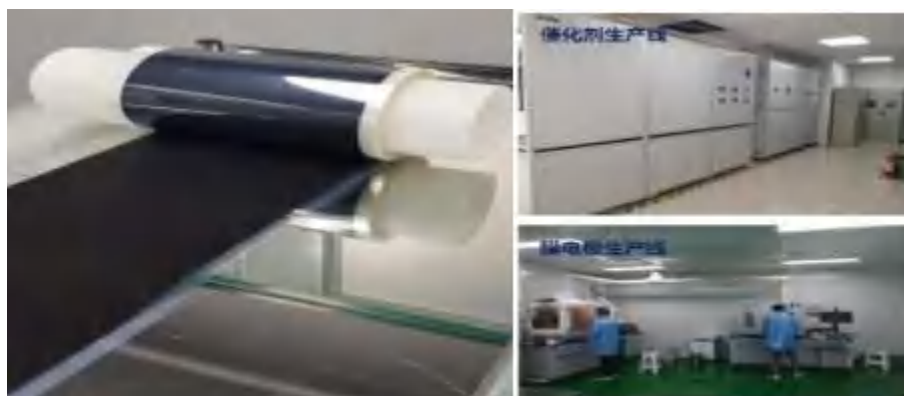
二、应用领域及市场前景

面向氢燃料电池领域关键材料与器件的国产化和产业化需求，开展低成本、高效能氢燃料电池催化剂及膜电极的研发，补足我国氢能产业链材料与技术短板。膜电极产线，年产能>10 万片。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



055 低温共烧陶瓷

一、项目简介

本项科技成果可实现百纳米级高纯硼化物陶瓷粉体的批量制备,有望摆脱我国在高品质超高温陶瓷粉体领域对进口粉的依赖,实现进口替代,克服进口超高温陶瓷粉体价格高、技术封锁、“卡脖子”的难题。有望实现战略性、高附加值陶瓷粉体产业化生产,并掌握自主知识产权,为我国航空航天领域用超高温耐热材料和民用高端耐热耐磨陶瓷产品提供材料基础和技术保障。

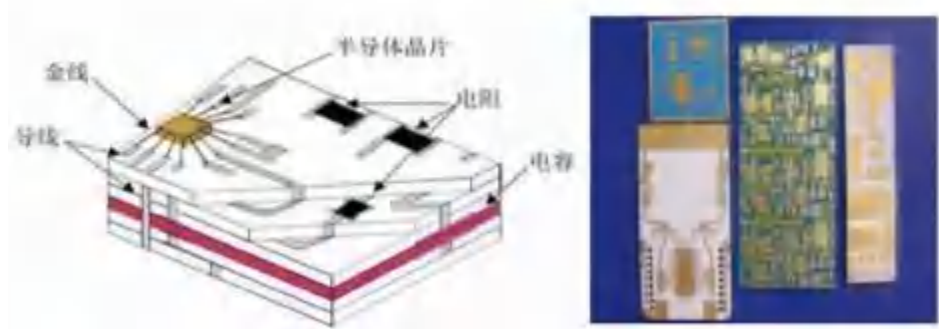
二、应用领域及市场前景

LTCC 材料广泛应用于通信、航空航天与军事、汽车电子、微机电系统、传感器技术等领域场景。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



056 石墨烯基电磁波屏蔽材料

一、项目简介

石墨烯材料由于其比表面积大、导电性好、轻质柔韧等一系列优点，近年来被广泛用作电磁波屏蔽材料。但石墨烯材料依然存在电磁波吸收效率低、反射占比高的缺点。鉴于此，科研人员采用激光诱导加工法，将聚酰亚胺前驱体转化为具有三维多孔结构的石墨烯晶体膜。研究发现，通过优化孔隙结构，可以提升石墨烯晶体膜与空气界面的阻抗匹配，有利于电磁波进入材料内部，并可通过多孔结构诱导的多重内反射将其消耗。

为进一步提升屏蔽效率，科研人员通过电化学沉积将磁性镍纳米粒子均匀负载到多孔结构内部，制备出石墨烯/镍（D-LIG/Ni）复合薄膜。由于介电损耗和磁损耗的协同作用，复合薄膜表现出以吸收为主要机理的高效电磁波屏蔽。厚度仅 0.327 mm 的 D-LIG/Ni 复合薄膜，在 X-band（8-12 GHz）表现出高达 79 dB 的屏蔽效能，其中吸收占比 85%。

二、应用领域及市场前景

电子电气设备的迅猛发展给人们的生活带来极大便利，但随之而来的电磁辐射、电磁干扰和电磁信息泄露也成为了新的难题。目前，高性能电磁波屏蔽材料已成为解决电磁波污染的关键技术。金属材料虽具有良好的电磁屏蔽性能，但以反射为主要机理的电磁屏蔽会导致严重的电磁波二次污染。同时，微型化、轻量化和高频高速电子产品和器件也对电磁屏蔽材料提出了更高的要求。因此，迫切需要开发兼具柔韧性和轻便性的，且以吸收为主要机理的高性能电磁屏蔽材料。

该研究作为开发高性能石墨烯基电磁屏蔽膜提供了新的方法，在柔性电子和高频高速器件领域具有良好的应用前景。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

057 高效减振阻尼合金

一、项目简介

以高锰合金为基础，通过调控 Cu、Fe、Ni 等元素含量，获得了兼顾材料阻尼与力学性能的最优组分材料设计方案。采用真空熔炼技术控制杂质含量；探索合适的熔炼、锻造工艺参数，实现了 50 公斤级 MnCu 合金的稳定制备；以此为基础，掌握了 100 公斤级 MnCu 基高阻尼合金的关键制备技术。

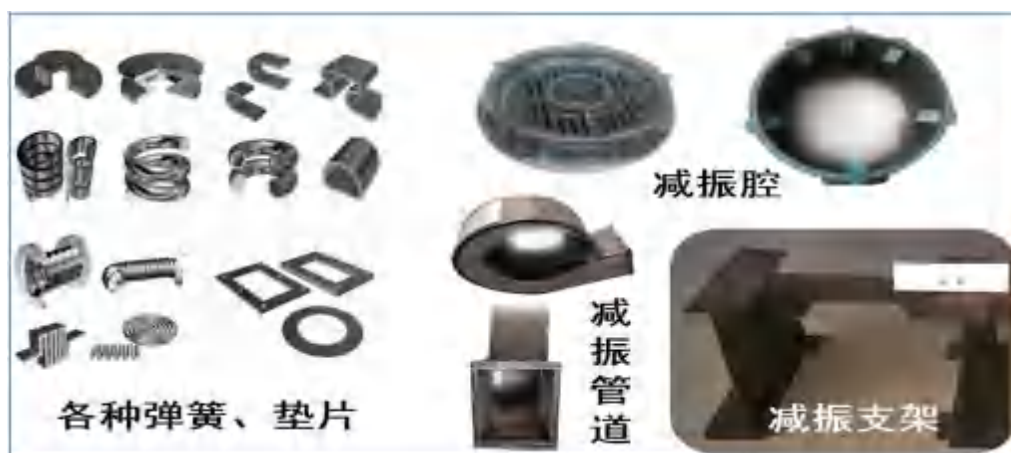
二、应用领域及市场前景

卫星天线悬臂杆随机响应减振：天线安装面处的位移幅值较大，与附近产品发生碰触。采用 Mn-Cu 高阻尼合金替换原来的钛合金，振动振幅下降 4~5 倍，解决了问题。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



058 ZK-I 铁碳微电解水处理材料

一、项目简介

ZK-I 铁碳微电解水处理材料，是在国家重点研发计划项目资助下，由中科院合肥研究院自主研发的一种可高效去除废水中高毒性难降解有机物污染物的水处理材料。其原理是利用反应产生的高电位差、高活性新生态原子氢，有效降解有机污染物中的偶氮、碳双键、硝基、氰基、卤代基等高毒性基团，并同时兼有絮凝、沉淀、电化学附集、物理吸附，以及去除重金属离子等功能，克服了市面上铁碳材料易板结、易钝化、处理效率低、成本高等缺陷。已具备规模化生产的能力。

二、应用领域及市场前景

主要用于工业废水中难降解有机污染物及重金属离子等的去除，具体如下：

1. 高 COD 废水：制药废水、化工废水、焦化废水、垃圾渗滤液等；
2. 高色度废水：印染、纺织、皮革、橡胶、造纸、化纤类废水；
3. 重金属废水：电镀、冶金类废水；
4. 高毒性废水：有机磷、有机氯农药、杀虫剂等废水。

当前我国工业废水的排放量达 200 亿吨/年，其中高浓度化工类有机废水超过 40 亿吨/年，工业废水重复利用率低，仅占工业用水量的 40%。工业废水污染问题已引起国家的高度重视，2021 年国家发改委联合十四部委发布了《关于推进污水资源化利用的指导意见》，同年又出台《工业废水循环利用实施方案》，要求到 2025 年力争工业用水重复利用率达到 94%左右，并将工业废水零排放与资源化利用作为当前政府工作的重点。大量工业废水亟需处理，将为水处理材料市场带来巨大的商机。

ZK-I 铁碳微电解材料是一种高效的工业废水处理材料，特别适合高浓度难降解有机工业废水，以及重金属废水的处理，相比于市场上其他同类产品，本材料具有稳定性好、操控简单、适用范围广、成本低、效率高、利润空间大等优势，推广应用前景大。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

059 微纳吸附助凝除氟技术

一、项目简介

微纳吸附助凝除氟技术，是在安徽省科技重大专项项目资助下，由中科院合肥研究院自主研发的一种能够实现氟离子高效快速去除，且不对水体造成二次污染的新型除氟技术。该技术操作简单，运行成本低，除氟稳定性高，出水水质波动小，无需再生，不受使用寿命影响，不受地域、规模、环境等因素限制。目前该技术已在亳州市利辛县孙老家水厂建立了除氟示范工程，处理后水质各项指标均达到国家生活饮用水卫生标准（GB5749-2022），实现了高效、低成本除氟装置系统集成与应用。

二、应用领域及市场前景

可用于饮用水、矿井水、工业废水等氟污染处理领域。目前全国每年待处理的高氟水规模达到了数亿吨，市场潜力约数十亿元。因此本项目推广应用具有广阔市场前景和巨大经济效益。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



060 生物组织元素分布高空间分辨快速成像技术

一、项目简介

技术已经实现了系统的研制和运行，并针对玉米、贝壳等样品进行了测试，系统运行良好，具备较高的技术成熟度。系统采用 193nm 准分子激光作为激发光源，功率仅数瓦量级，对样品和操作人员不会产生安全问题，其它功能模块主要涉及光学整形、光谱采集和计算处理，系统安全性高。本项目技术无需染色标记和复杂的样品预处理，样本大小不受限制，空间分辨率高，分析速度快，且对分析环境要求较低，在药物代谢及生物组织的病理分析等有较好应用前景。目前已应用于玉米、大豆等农产品生物组织元素分布成像分析。

二、应用领域及市场前景

该检测系统还可应用于古气候研究、生物医学、冶金分析、水污染检测、土壤污染检测、宝石鉴定、空间开发等领域。目前该技术在成像系统、信号采集、自动对焦、检测速度等方面存在一定的进步空间，后续产品化可以朝小型化与便携化的方向继续改进。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



061 宫颈癌联合放疗精准剂量评估及其临床应用研究

一、项目简介

研究发现宫颈癌分次间内照射剂量和内外照射剂量叠加时,直接叠加法所得临床靶区 D90%比形变配准法结果高出 5Gy 以上且均有明显差异 ($P<0.05$)。直接叠加法所得危及器官的值比形变配准法的结果高出 2Gy 以上且均有明显差异 ($P<0.05$)。导致这一结果的原因可能是直接叠加法是假设每次治疗的最高剂量都落在同一位置上,且认为内外照射时危及器官所受剂量均匀且解剖位置不发生改变。直接叠加法易夸大危及器官所受照射剂量,不利于靶区剂量的保证,导致靶区剂量不足,降低疗效。此外,本研究发现在内外照射图像采集前保持膀胱充盈度一致,且患者分次内照射时置于同一款施源器,这样可以帮助提高形变配准和剂量叠加的准确性。

二、应用领域及市场前景

研究结果证明两种剂量叠加方法均可适用于叠加宫颈癌内外照射总剂量。直接叠加法快速简便,但可能会造成评估危及器官剂量偏高,靶区剂量不足,影响治疗效果。形变配准法可以相对准确的反映宫颈癌内外照射累积剂量。该研究结果可以为没有配备形变配准软件的医院的临床医生和物理师提供一定的参考。依据课题组组建了 CT 图像引导的三维后装腔内放疗团队,实现了个体化精准治疗,提高了医院妇科放疗技术水平,可为周边居民提供精准后装放疗的机会。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

062 基于微流控芯片和智能手机的出入境口岸 传染病现场快速检测关键技术

一、项目简介

基于微流控芯片和智能手机的病原体现场快速检测系统将微流控芯片和实时荧光 PCR 技术相结合,利用微流控芯片易于集成的优点,将核酸提取、PCR 扩增和实时荧光检测集成到同一块微流控芯片上,核酸提取后直接进行检测和分析,无需转入其他装置,整个过程快速、高效、操作简单、污染小。本项目的研究成果不仅可用于呼吸道传染性病原体的检测,在其他病原微生物的快速鉴定、耐药菌基因检测、肿瘤分子标志物检测以及出入境检验检疫等领域都有着广阔的应用前景。

二、应用领域及市场前景

该技术不仅可用于出入境检验检疫部门,而且将为我国公共卫生安全、疾病诊断等基因领域提供一种新的技术手段,具有广阔的应用前景。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



063 新冠病毒抗体检测试剂盒用图像检测和标记系统

一、项目简介

新型冠状病毒(SARS-CoV-2) IgM/IgG 抗体检测试剂盒的 MGC 三线划线质量是检测结果可靠性的重要保障。传统的划线质量检测需通过人工目视和手动标记来实现，精度较低且无法做到全程可控。基于图像的检测和标记系统通过高性能图像处理技术对划线品质进行高精度实时检测，并对缺陷种类(包括断线、晕染、抖动、异物等)及位置进行自动标记。从典型工况的测试结果来看，可实现零漏检，从而有效保障产品质量，以科技服务抗疫事业。产品已申请发明专利 2 项，软著 2 项。

二、应用领域及市场前景

该系统主要面向体外检测试剂等需要人工密集检查的产业，可实现产品质检的高质高效检测，保障产品质量。

随着全球新型冠状病毒疫情蔓延，快速可靠的检测试剂在疫情防控工作中起到重要作用。为了保证检测结果可靠性，必须从生产源头保证产品质量。传统的人工筛查需要耗费大量时间成本且难以保证品质，该装备可以在全自动情况下对产品快速筛查以保障质量、提高生产效率，该装备具有广阔的市场前景。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。



064 维生素 K2 功能食品的开发、示范和推广

一、项目简介

所开发技术在中试发酵条件下维生素 K2 的含量接近 100mg/L, 技术成熟程度较好。纳豆芽孢杆菌本身为益生菌, 可以被直接食用, 而本技术采用大豆粉, 玉米粉等农副产品作为培养原料, 利用纳豆芽孢杆菌发酵培养, 因此安全性很好。目前能够从枯草芽孢杆菌、黄杆菌等多种微生物的发酵培养基中分离纯化获得纯品维生素 K2, 适用范围较为广泛。纯化过程采用的有机试剂多为低毒类, 安全性较好。

二、应用领域及市场前景

骨质疏松症是一种常见衰弱性骨骼疾病, 其特征是骨量减少和骨结构退化, 主要是由成骨细胞的骨形成和破骨细胞的骨吸收之间平衡被打乱造成。当骨吸收超过骨形成时, 就会导致低骨密度, 引起骨质疏松, 增加骨折的风险。维生素 K2 纳米颗粒可有效促进成骨细胞分化, 从而提升骨骼健康。

三、合作模式

可通过委托开发, 成果许可、转让等方式, 共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



065 面向慢病早期风险评估的细胞营养 代谢光谱无创检测

一、项目简介

该科技成果来源于安徽省科技重大专项《面向慢病早期风险评估的细胞营养代谢光谱无创检测设备开发及应用示范》。现代慢性病实质就是细胞代谢异常的疾病，是起因于营养的代谢失衡。慢性病病程较长且病程发展缓慢，如果能够在发病早期、可治愈期进行诊断，并为个体患者寻找最优的治疗方案，可实现慢性病的有效防治。人体细胞代谢状况检测一直是研究的热点，采用组织光谱技术直接检测人体中与细胞营养代谢直接相关的物质，是一种活体、无创、实时原位测量方法，可灵敏的早期发现细胞代谢异常，不仅可以用于健康状况和新陈代谢的测试分析，也便于量化跟踪运动、营养、药物等健康干预措施的效果评估。

二、应用领域及市场前景

样机已在安徽省立医院健康管理中心等进行小范围试用与测试，后续仍需采集大规模人群数据，进一步丰富数据库，优化模型。此外，由于开发的设备通过细胞代谢的异常来对慢性的风险进行早期预警与评估，与医疗器械要求的诊断疾病状态并不一致，相关设备已不被列入医疗器械管理，所以后期将不进行医疗器械注册申报。未来主要用于健康风险的评估使用。

三、应用领域及市场前景

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



066 青少年基本运动技能智能化检测与 提升训练系统

一、项目简介

攻克一系列青少年体质机能检测和智能化交互式训练技术，研发涵盖 4 项体感游戏的游戏化训练平台进行个性化科学运动引导。

便捷无损检测仪器具备标准化接口便于接入青少年健康促进系统。

特定运动投掷实心球的标准动作研究；构建四种运动分解动作标准数据库，包括足底压力信息和身体运动过程特征信息；开展运动测试实验，包括步态和姿态，收集实验数据；云服务器与控制平台调试，完成个人数据建档、管理功能。

青少年体质机能提升体感游戏平台搭建完成；游戏竞赛模式可同时容纳 2 个人参与；各个游戏的动作要领要严格遵循体育考试标准。体感游戏系统云端服务器功能完成。

二、应用领域及市场前景

本项目研发的产品如功率车、体感游戏在多个健康教育服务点进行示范，提升学生体育测试成绩，同时构建具有体质测评、体育教育、基本运动技能培训、不良发育综合矫正等功能的青少年体质机能检测与个性化运动训练系统，而广受大众的喜欢。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



067 呼气质谱快速筛查吸毒人员的新技术

一、项目简介

呼气成分的异常与身体健康息息相关,通过呼气成分检测来进行疾病无创筛查,是医学发展的重要前沿。在国家科技支撑计划项目和中科院重要方向项目等支持下,团队开发了呼气检测质谱仪,适用于了呼气成分快速高灵敏监测,开展了包括癌症等重大疾病的呼气特征研究,取得了初步成效,亟待大样本临床试验投入。本成果将应用于医院体检中心等科室,为代谢性疾病和癌症等重大疾病的无创筛查和风险评估提供新设备。

二、应用领域及市场前景

呼气质谱吸毒人员检测属于一种无创筛查技术,检测安全,适用范围广,技术上属于实验样机阶段。本项目研制的仪器在安徽省女子强制隔离戒毒所进行了为期四个月的试用,对女性吸毒人员和女性未吸毒志愿者的呼气进行了实时检测。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



068 一体化微流控核酸现场快检系统

一、项目简介

病原体核酸一体化快速检测微流控卡盒系统采用“电荷吸附”高效核酸富集方法、多重实时荧光 PCR、全集成式微流控及冻干技术，具有核酸提取效率和纯度高、检测灵敏高的特点，新冠病毒核酸检测灵敏度可达 300 拷贝/毫升以下；不仅直接给出准确直观的检测结果，还能让用户看到原始扩增曲线和 Ct 值，为鉴别混合感染、定植菌、条件致病菌，提供准确可靠的证据，可广泛用于呼吸道、胃肠道、生殖道等传染病检测，全面覆盖已知常见致病微生物和耐药菌。

二、应用领域及市场前景

病原体检测属于军民两用技术，军口用于生物安全领域高致病性病原体检测，民口可用于疾控、医院检验科、出入境检验检疫、第三方检测机构等领域。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



069 皮肤胆固醇无创检测系统

一、项目简介

皮肤胆固醇无创检测系统基于荧光光谱方法,通过向手掌小鱼际部位滴加检测试剂,使待测部位皮肤胆固醇与荧光标记物特异性结合,通过测量标记荧光的光谱特征,反演出皮肤胆固醇含量,实现皮肤胆固醇的无创、快速测量,皮肤胆固醇含量的高低与患动脉粥样硬化风险大小相关,是评估动脉粥样硬化风险的新型生物标志物。

二、应用领域及市场前景

主要应用于体检中心、社区医院、医院心内科。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



070 肺癌穿刺智能手术导航系统

一、项目简介

研发了一套基于呼吸运动补偿的肺癌精准穿刺导航系统,用以检测病变,确定小的周围型肺结节,肺部影像的实时重构。针对运动器官的引起的误差,开发了一种基于标记点追踪的呼吸运动补偿模型,利用主成分分析的方法构建肺部运动和皮肤表面运动的联合统计模型,获取肺部区域和皮肤表面的运动关联特性,从而对运动器官(肺部)的呼吸运动进行补偿修正。发明了空间变换不变矩阵和球形约束的标定方法,使手术器械的追踪精度可达到 0.7mm。通过模拟以及实际病人图像测试系统精度平均误差在 2.5mm 左右。此系统可以在手术中实时跟踪定位穿刺手术针在病人体内的位置,辅助医生进行精确的肺癌穿刺外科手术,对智能精准微创外科的发展具有重要的意义。

二、应用领域及市场前景

随着计算机、医学影像、高精度测量等技术的发展,基于影像引导的智能手术导航技术正逐步发展起来。智能手术导航技术是指利用医学影像分析、立体定位和计算机可视化等相关技术,实时跟踪、显示手术器械以及人体部位的三维空间位置和运动信息,从而达到实时监测进入人体的手术器械,帮助外科医生精确实施手术的一种技术。手术导航技术延伸了外科医生的视野,促进了医生术中的主动性和灵活性,对于优化手术路径、提高手术精度和成功率、减少手术损伤具有十分重要的意义。

智能手术导航技术最先在脊柱外科和神经外科手术中得到较多的应用;这是因为,脊柱是刚性的器官,而大脑由于受到刚性脑壳的支撑,手术过程中都不会产生太大的形变,比较容易实现器官和器械的精确定位。然而,在对受呼吸或心跳影响较大的器官(如肺、心脏等)进行外科手术时,由于手术对象会产生持续的形变或运动,使得手术难度极大,而国内外还没有成熟的、可以实现运动器官实时跟踪的智能手术导航产品问世,因此,开发针对运动器官的智能手术导航系统,如肺癌精准穿刺导航系统,具有重要临床价值和社会意义,也是当前高端医疗器械研发领域的热点和发展趋势。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

071 双模式钬激光治疗仪

一、项目简介

已经完成了双模式钬激光牙科治疗仪样机的研制，攻克了中红外电光 Q 开关这一世界性技术难题，实现了中红外医用 $2\sim 3\ \mu\text{m}$ 波段高能量、窄脉冲电光调 Q 激光输出，其中 $2.79\ \mu\text{m}$ 钬激光输出峰值功率超过世界最好水平的 10 倍，拥有数项自主知识产权。设备技术含量高，目前市场上还没有见到如此高性能的激光牙科治疗仪。目前已经成功开发出了 3 台钬激光牙科治疗样机，均达到临床设计要求。

二、应用领域及市场前景

医院及诊所牙科。

根据最近一次的全民口腔健康流行病学调查数据：我国口腔患病率高达 97%，其中有 6-7 亿的人患有不同程度的牙病；除本身不适和疼痛外，其并发症（如心脑血管疾病、败血症、胎儿流产）可危及生命。我国牙病患者就诊率只有 10%；主要是传统器械进行外科手术式接触性治疗给患者造成了畏惧心理，严重制约着我国口腔医学的发展和全民健康水平的提高。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



072 一种预测脑转移瘤放疗疗效的影像组学模型

一、项目简介

科研团队从脑转移瘤患者放疗前磁共振图像中提取影像组学特征，使用机器学习方法建立预测脑转移瘤放疗疗效的影像组学模型，并通过基于博弈论的方法 SHAP 解释该模型，该模型有助于脑转移瘤精准放疗方案的制定。研究团队通过结合影像组学与 SHAP 的方法，提出了一种预测脑转移瘤放疗疗效的可解释性影像组学模型。该模型表现力较好，且在外部验证组中的预测结果也表明该模型具有可推广性。同时，SHAP 方法的使用，实现了模型的可解释性及可视化，避免了传统机器学习算法存在的“黑盒子”效应，利于临床医生理解该模型，并促进该模式的使用。

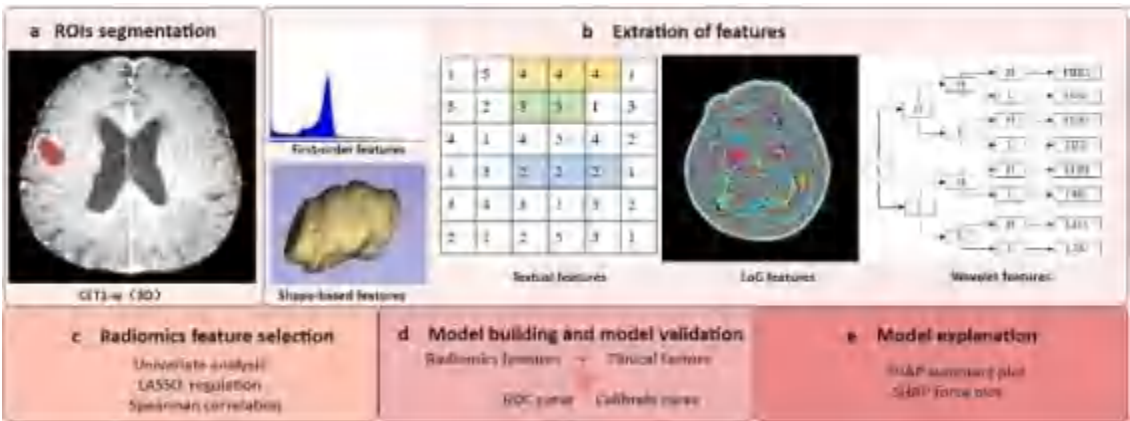
二、应用领域及市场前景

这些影像特征可以反映肿瘤的生物信息，无法直接通过常规影像判读的方式获得，因此，基于机器学习的方法可以依靠深层次的数据挖掘，获取额外的关于肿瘤异质性的知识。当前，临床实践中，暂无精准脑转移瘤放疗疗效预测模型，亟需开发基于影像组学的精确模型，辅助医师制定精准的放疗方案，提高患者疗效。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



073 一种宫颈病变筛查新方法

一、项目简介

目前女性依靠细胞学检查（巴氏涂片、薄层细胞学 TCT 检测 TCT）等手段用于宫颈病变筛查。这些方法需要从成千上万的涂层细胞中依靠镜检细胞形态差异找出可能病变细胞，严重依赖病理医生的个人经验和业务水平，且费时费力，难以避免误诊。本产品基于新型宫颈病变早期标志物研究，利用可以标记出宫颈上皮最起始阶段病变细胞的特异性标志物染色标记，结合细胞形态可以直接判断病变细胞的病理类型。本技术方法克服了传统方法依赖个人经验并且耗时的弱点，极大提高了诊断的准确性，有望成为新一代宫颈病变筛查方法。

二、应用领域及市场前景

疾病筛查与诊断。

全球宫颈病变筛查市场值达到数百亿美元，其中主要由液基薄层细胞学检测（TCT）和巴氏涂片细胞学占领。预计本项开发的方法若能替代现有的宫颈细胞学检查检测方法，将引领全球宫颈病变筛查市场。我国成年女性预计超过 3 亿，仅 10% 的成年女性用新方法进行检测，将达到数千万人次。以每项平均收费 150-250 元计算，则每年产值将达到数十亿元。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



074 一种乳腺癌新辅助化疗敏感性预测方法

一、项目简介

本技术属于肿瘤基因检测技术领域,具体涉及一组用于预测乳腺癌紫杉醇和蒽环新辅助化疗敏感性的技术方法及其应用。在本技术中,基于一组基因表达标签来预测预测乳腺癌患者使用紫杉醇和蒽环新辅助化疗的敏感性。该模型预测能力优于以往文献报道的所有预测方法。通过对训练组建模和多个验证组的重复验证,表现出良好的预测效果,有潜力用于临床指导乳腺癌新辅助化疗方案的选择,达到精准治疗和个体化用药的目的。

二、应用领域及市场前景

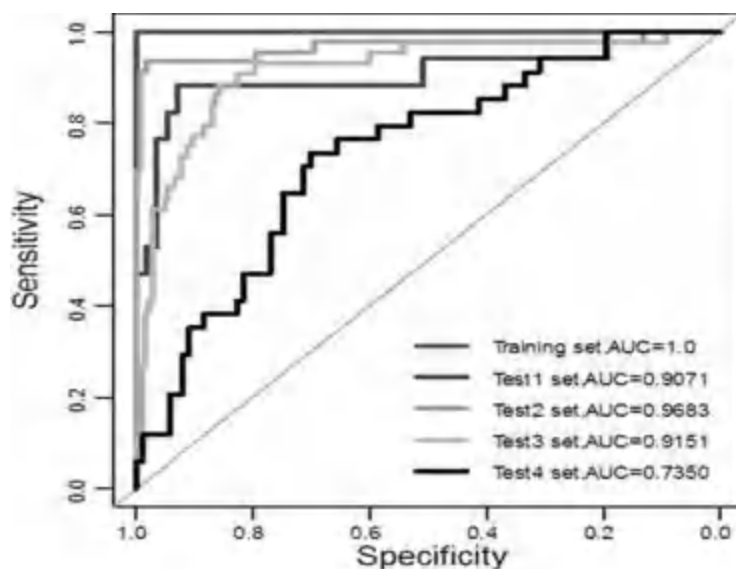
肿瘤基因检测与医学诊断。

全球每年新增乳腺癌患者达 120 万,我国乳腺癌患者每年新增 21 万例,以我国市场计算,本项检测产品的市场容量可达到数亿的规模。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



075 新冠病毒抗体检测试剂盒用图像检测和 标记系统

一、项目简介

基于发明的“电荷吸附”核酸快速提取方法，研发了高灵敏新型冠状病毒一体化核酸快速检测微流控卡盒系统及检测试剂体系，全封闭的微流控卡盒可自动完成核酸提取，并直接进行“原位”RT-PCR 扩增，无需核酸洗脱和转移，检测过程无需“开盖”，实现了“样本进，结果出”一体化快速检测，全流程检测可在 90 min 内完成。

二、应用领域及市场前景

核酸快速检测。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



076 成瘾运动神经反馈康复装置

一、项目简介

本技术面向成瘾康复的需求（酒精成瘾、尼古丁成瘾、网络成瘾、海洛因、冰毒等物质），在国际上首次提出了一种基于运动神经反馈的成瘾康复装置，以皮质-基底神经节环路为靶点，提高皮质的认知控制能力、降低基底神经节奖赏系统对成瘾线索的渴求。本技术将在认知神经科学范式下，对不同成瘾患者有效的运动康复模式和运动神经反馈装置，发挥体育锻炼诱发的神经生物学机制支持其作为治疗成瘾的治疗策略的潜在用途，如多巴胺和谷氨酰胺传播正常化，促进BDNF（脑源性神经营养因子）介导的表观遗传相互作用，以及修改基底神经结中的多巴胺性信号，对大脑结构和认知功能改善也有积极作用。有氧运动与执行功能的改善和前额叶（PFC）区域灰质体积和活动的增加有关，前额皮质中运动诱导的神经可塑性改善执行功能并可能减少容易发生药物使用障碍的个人的强迫行为的神经生物学机制。

二、应用领域及市场前景

项目将面向成瘾康复（酒精成瘾、网络成瘾、海洛因、冰毒等物质）的需求，研制成瘾运动神经反馈装置，为成瘾康复提供一种无创长效的技术产品。产品将可在成瘾康复机构、社区和家庭应用，中国吸烟人数 3.5 亿，年消费大概在 2500 亿人民币，如果这个支出向戒烟转化，具有巨大前景，这还不包括酒精成瘾。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



077 云边协同的智慧健康小屋

一、项目简介

本项目基于前期已建立起的先进无创检测技术，将运用人工智能、大数据构建云边协同的自助式智慧健康小屋，建立涵盖居民健康自检、重点疾病早期高风险自评、中医体质自助评估、青少年生长发育自评、孕期自我管理、老年认知自评、智能干预方案推理等功能的服务系统和云平台，通过示范应用，形成智慧健康小屋的建设标准、运维规范和信息规范，提升社区基本医疗与公共卫生服务可及性，在我国 40 多万个基层社区、社区物业中心、乡村振兴、分级养老领域具有广阔的应用前景。

二、应用领域及市场前景

项目将在慢病防控领域提升我国的核心竞争力，提高中青年慢病的早期识别率、控制率，降低老年人群慢病的患病率，提高我国劳动人口的竞争力、降低整体医疗支出和养老支出。2022-2023：销售 100 套，预计 3000 万销售收入；2023-2024：销售 1000 套，预计 30000 万销售收入。项目将助力“健康中国 2030”、“乡村振兴”国家战略的实施。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



078 数字 PCR 生物芯片阅读仪

一、项目简介

数字 PCR 即 Digital PCR (dPCR) 是第三代 PCR 技术, 它是一种核酸分子绝对定量技术。相较于上一代的 qPCR 技术, 数字 PCR 能够直接数出 DNA 分子的个数, 是对起始样品的绝对定量。它完全不依赖参照品和标准曲线, 具有极高的灵敏度和分辨率, 是未来核酸检测行业应用发展的新趋势。

二、应用领域及市场前景

研发的“数字 PCR 生物芯片阅读仪”正式获得安徽省药品监督管理局二类医疗器械注册证(皖械注准 20222220135), 产品型号: DCScanner-100。这是安徽省首款获批上市的数字 PCR 产品, 填补了我省数字 PCR 自主产品的空白。该仪器获得医疗器械注册证, 为下一步临床推广应用奠定了基础。

此次获批的生物芯片阅读仪可适配安光所自主研发的微腔和微液滴数字 PCR 芯片, 广泛应用于肿瘤液体活检、无创产前诊断、病毒核酸载量精确定量等多个领域。

三、合作模式

可通过委托开发, 成果许可、转让等方式, 共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



079 秸秆纤维化还田技术开发、综合利用与示范研究

一、项目简介

秸秆还田问题已经越来越受到各级政府及科研人员的关注,但多数的还田还是机械化的直接还田,在还田的理论和设计及相关配套的机械及微生物技术利用等方面仍然存在一些问题。通过安徽省重点研究与开发计划项目的成功实施,形成了农作物秸秆纤维的制备与应用技术。

(1) 秸秆纤维化制备技术上利用低浓度氨水预处理水稻秸秆,最大程度去除木质素,保留纤维素,结合里氏木霉和黑曲霉产生的纤维素酶与 β -葡萄糖苷酶预处理,产生微生物可直接利用的单糖,为下一步负载功能微生物提供良好微环境;(2) 纤维化秸秆利用技术上运用秸秆纤维、抗菌菌液、腐植酸和泥炭土等为主要原料,经过合理组合与应用,对土壤和(或)姜种中病原微生物(如青枯雷尔氏菌等)起到物理隔离、抑制或杀灭作用,同时负载大量功能微生物的秸秆纤维和富含营养元素的栽培基质可调节土壤微生态,改良土壤结构、提升地力、增强植物的抗病能力;(3) 建立了一套完整的秸秆纤维制备工艺路线,可以实现秸秆纤维纤维的批量化生产。

二、应用领域及市场前景

(1) 产能提升。小规模示范一般需要 100 kg 以内的产品,较大规模推广应用则在 300 Kg 以上,产品需求量与实验室供应量不匹配;(2) 成本控制。一是简化秸秆处理方面,开发适于田间地头直接操作的技术方案,减少打捆、运输成本。二是加大技术开发力度,选育酶活更高的里氏木霉和黑曲霉,进一步降低生产成本。该技术成熟度高、安全性好、应用范围广,不同于传统粗放式破碎还田,该技术将秸秆进行纤维化处理、精细化利用,丰富了秸秆的资源化利用路径,有助解决当前秸秆还田腐解期长,病虫害频发,耕作困难,农民积极性不高等难题,对促进我省秸秆综合利用和农业生产可持续发展具有重要意义,社会效益方面显著。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

080 新型农药控失助剂

一、项目简介

农药是重要的农业生产资料，为保障粮食产量发挥了举足轻重作用。然而，传统农药利用率不足 40%，大部分农药通过径流、挥发和渗漏流失进入环境，造成对空气、土壤、地表水、地下水的立体污染，严重危及粮食和环境安全，成为现代农业领域亟待解决的关键瓶颈问题。针对农药流失引起的环境污染问题，研发出农药控失剂。该技术可减少农药用量，增加药效，表现出显著的减量、减次、减排、增效作用，具有显著的经济、社会和生态效益。但是现有农药控失剂存在悬浮性不高、添加量偏大的关键问题，本项目针对现有农药控失剂存在的这一的关键问题，通过研发对其进行技术升级，研制高性能、高悬浮的新型农药控失剂，以增强农药控失剂对农药剂型和作物的适用性，为农药使用量零增长行动发挥科技支撑作用。

二、应用领域及市场前景

新型高悬浮性农药控失剂目前处于中试阶段，且已在安徽龙亢农场进行了一定范围的试验示范。该新型控失剂适用于大多数的传统农药剂型，在除草剂中使用效果最佳。新型控失剂材料主要成分为无机天然材料和生物材料，材料自身无毒无害，具有良好的安全性。

该技术已在安徽龙亢农场试验示范累计 2000 亩，在宁夏的枸杞和蔬菜基地试验示范累计 200 余亩，均取得了良好的示范效果。对于该项技术，仍有少量用户存在一定的认知和适应问题，需要加强示范推广和宣传力度。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



081 中低产田周年提质增效关键技术

一、项目简介

项目针对皖北中低产田存在的砂姜黑土障碍因子、抗逆优良品质缺乏、水肥药利用率低、秸秆还田技术落后、机械化和信息化程度低下等关键共性问题，围绕“土壤改良-赤霉病防控-肥药增效-模式构建-商业化推广”创新链，从“基础研究-共性技术研发-模式创建-示范推广”等 4 个层面开展研究，在全国率先进行了农业全产业链技术集成与示范研究，为第二粮仓科技工程的实施提供了可复制可推广的示范样板。

二、应用领域及市场前景

目前技术已经成熟，在皖北太和、龙亢农场、涡阳等地已经进行大面积推广示范，适用于项目区所有中低产田区，效果明显，安全可靠。相关技术已经在皖北中低产田区开始应用，效果显著，未出现相关的问题。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



082 土壤肥力快速感知装置与大数据施肥模型 研究与应用

一、项目简介

研发了多类土壤和作物传感器，开发了车载土壤养分检测系统、田间典型作物表型测量机器人本体、病虫害智能测报装置、高通量土壤自动化检测装置等系统，现已通过整体调试和专家鉴定，进入小试和中试阶段；开发了县域精准施药决策支持与智能服务系统、县域精准施肥决策支持与智能服务系统，基于所开发的智能传感器与大数据系统搭建了系统集成示范与应用平台一套，形成了龙亢农场土壤、育种大数据分析体系，并协助龙亢农场构建农业物联网示范产业园；通过对示范区农田土壤和作物生长状况及病虫害情况的有效监测，有效指导施肥施药，降低化肥农业施用，有效提高农产品产量和品质，具有安全性。

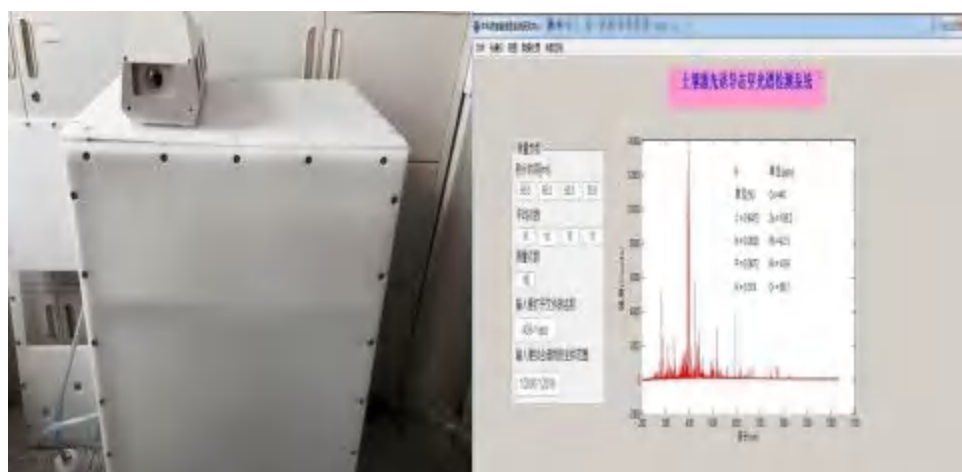
二、应用领域及市场前景

在示范基地安徽省龙亢农场建立智能农业装备系统示范基地，并进行试验示范，形成“科研机构+公司”的低成本、高可靠性的农业物联网服务模式。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



083 高通量土壤成分智能检测机器人

一、项目简介

自动化程度高，在相同任务量的情况，可以大幅减少实验人员数量与工作强度，预计实验人员减少 50%以上。

工作流程无人工干扰，稳定性好，重复精度高，检测结果重复性 $\geq 90\%$ 。

检测通量高，最大检测通量 1500 指标/天。

从新鲜土样到获取检测结果的检测周期得到明显缩短，从传统人工方法的 7~14 天缩短到 1~3 天。

二、应用领域及市场前景

主要用于测土配方施肥、耕地质量调查、国土普查等大规模土壤检测领域。随着第三次全国土壤普查的启动，预计将启动上千亿元的土壤检测市场，对自动化土壤检测设备有着巨大的市场需求。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



084 粮饲兼用型脆秆水稻新品种培育及应用

一、项目简介

水稻秸秆主要由木质纤维素组成，受到遗传基因的调控，不同成分的改变都可能引起茎秆的机械强度变化，而脆秆是一种典型的突变形式，对于改善秸秆破碎性、消化性以及营养特性十分显著。研究团队通过物理诱变技术创制了一系列的水稻脆秆突变材料，从中鉴定出“脆而不倒”的脆秆突变材料，培育出国内首个具有生产价值的脆秆水稻新品种“科辐粳 7 号”，已经通过安徽省水稻品种审定(皖审稻 20190036)，目前进入大规模生产应用阶段。

二、应用领域及市场前景

适合安徽省、江苏水稻主产区域种植，在保障产量的前提下，实现秸秆生态还田，同时可以利用秸秆作为养殖业粗饲料的来源，助力种养有机结合循环模式的建立。

(1) 直接经济效益

产量：正常肥水管理条件下，亩产能够达到 600 公斤以上；

收获成本：收割阻力小，省力，据测算，平均每亩收割耗油量减少 1/3 左右；

机械成本：普通收割机可以实现秸秆破碎，不需要加装粉碎设备；

秸秆腐解快：减少腐熟剂使用，节约人工和材料成本。

(2) 间接社会效益

环境保护：秸秆直接原位还田，减少焚烧事件的发生；

秸秆利用：实现完全还田，培肥地力，解决废弃物利用问题；

适用性广：小型家用收割机也能破碎秸秆，种粮大户和个体农户都能适用；

饲用性：秸秆破碎程度高，易收集，是畜牧业很好的饲料资源。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

085 农作物病虫害智能识别计数器

一、项目简介

针对现有病虫害感知设备智能化水平不高,无法满足大范围田间病虫害数据的快速感知。创新研制移动式病虫害智能化感知设备,填补国内外产品空白,提升了现有病虫害监测能力。

固定式灯诱/性诱测报设备下害虫精准识别计数服务。害虫种类多样,200余种害虫,平均识别精度70%以上,重大害虫精度85%以上。连续4年为佳多、云飞、依科曼提供服务,给企业带来大量利润。

二、应用领域及市场前景

目前田间病虫害图像数据全国最大,平均病虫害识别精度最高,大宗作物病虫害识别精度80%以上,为国内多家植保行业提供技术支持,市场占有率在60%以上。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



086 高活性生物纳米硒肥

一、项目简介

随着人们生活水平的不断提高，人们对健康的追求更加迫切，对富硒食品的需求也越来越多。目前大部分富硒农产品是通过在普通肥料中添加亚硒酸盐或富硒矿石制成，存在生物有效性低，施用不当易造成环境污染，危害人体健康等问题。本技术通过选育的功能微生物菌株，将亚硒酸盐转化成生物有效性高，安全无毒的纳米硒，同时复配以盐肤木/黄连木提取液，制成生物有效性高、富硒多 功能缓释叶面肥。田间试验结果显示，该富硒多功能缓释叶面肥在有效促进作物 生长，提高作物体内超氧化物歧化酶(SOD)等生物酶活性及作物抗病抗虫能力， 提升作物产量和品质的同时，可使多种农作物（番茄，黄瓜，小白菜，四季豆等）体内硒含量达到 0.02-0.10mg/kg, 达到富硒农产品标准。目前该技术已申请国 家发明专利两项。

二、应用领域及市场前景

有机农业/富硒农业生产

农业供给侧改革的大环境下，打造高品质特色农产品，发展富硒农业，是提高农民收入，提升农业竞争力的有利途径。我国 72%以上地区缺硒，30%左右的地区土壤严重缺硒，主要粮食产区几乎都缺硒，有 8-10 亿人处于缺硒状态。也正是由于这个原因，近年来我国掀起了富硒产业发展的热潮。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



087 林木、花卉、木本经济作物高效 低成本工厂化繁育技术

一、项目简介

针对上述植物繁育所存在的诸多问题,项目组采用传统扦插与现代育种技术相结合的方法,成功研发了景观园艺植物规模化高效再生技术。该技术以植物的一叶一芽为材料,通过化学药剂处理,让其迅速生根成苗。该技术是对传统与现代育苗技术的集成与发展,它既有传统育苗的易操作性,又有现代育苗的高效性,也就是说它克服了传统育苗的季节限制与现代育苗的操作繁琐及高成本弊端。目前利用该技术对多种植物(如加拿大糖槭、蜡梅、南京椴、油桐、无患子、乌桕、紫薇、海滨木槿、绣球、丹麦木槿等)进行小规模繁育。相关关键技术已申报国家发明专利 30 余项。

二、应用领域及市场前景

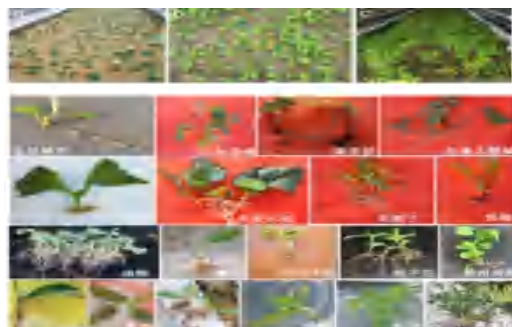
可用于林业、园艺、农业及中药材种苗繁育领域。由于本技术具有取材少繁殖效率高、繁育周期短且能保持母本植株优良性状,可在较少的材料下实现具有应用前景的多种林木、花卉及木本经济作物的快速和规模化繁殖。

该技术由于具有繁殖速度快,繁育系数大,繁育周期短,繁殖不受季节限制等优势,在林木、花卉及木本经济作物的规模化繁育中具有广阔的市场前景。仅以年产植物幼苗 400 万株的生产能力,每株 3-5 元计算,预计仅中试线即可完成年产值 1200-2000 万,毛利在 900-1700 万,由此可产生较好的经济效益。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



088 抗草铵膦水稻种质资源创制及产业化

一、项目简介

团队针对水稻抗草铵膦种质资源极度匮乏的局面,建立了高效的水稻响应草铵膦胁迫的鉴定体系,利用重离子等物理诱变技术大规模创制突变群体,筛选出 5 份具备草铵膦抗性的水稻突变体材料,初步遗传分析表明受 1 对新的隐性核基因控制,为抗草铵膦机制研究和育种应用提供了重要的材料基础。通过诱变技术创制的抗草铵膦水稻种质资源可以直接应用于生产中,也可以为其他作物提供重要的基因资源,通过基因编辑技术实现多种抗草铵膦作物品种的应用,在国内外具有绝对的领先地位。

二、应用领域及市场前景

通过国内外基因专利的保护、专用除草剂的开发以及配套生产技术的研发,在抗草铵膦作物品种培育方面具有开创性的贡献,市场独占性会产生重大的经济效益,同时也实现了清洁环保生产,具有很好的经济和社会效益。

三、合作模式

可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



089 生物纳米银制备技术

一、项目简介

纳米银是一类功能性金属纳米材料，由于具有大的比表面积，抗菌能力是微米级银的 200 倍以上，是一类理想的抗菌材料，因此，纳米银的制备及性质研究已成为各国科研工作者关注的焦点。目前纳米银的制备多通过化学还原法，植物提取物还原法等方法制备。与传统物理和化学的合成方法相比，纳米银的微生物合成法是一种环境友好的可持续发展方法，具有绿色环保、低成本、低能耗、反应条件温和等优点，已经成为纳米银合成领域研究的热点。本技术选育的具有纳米银合成能力的菌株，其菌体和发酵上清液均可合成纳米银，从而实现纳米银的持续合成和简易分离，从而大大降低纳米银的生产成本。本技术申请国家发明专利一项。

二、应用领域及市场前景

纳米银具有优良的导电、导热、光学性能以及催化活性，并且在抗菌性能和生物相容性方面表现十分出色，因而被广泛应用于纳米电子器件、光学材料、新型生物医药复合材料以及高效催化剂等领域。在生活用品领域，各种布料、服装及各类擦洗用品，如棉被、枕头、卫生巾、内衣内裤、儿童尿布、化妆品、洗发水、牙膏、香皂、食品、餐具等均可采用纳米银抗菌添加剂。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



090 小麦高效绿色防控技术

一、项目简介

以小麦为例，研发了可高效防控小麦赤霉病、白粉病和穗发芽等绿色防控技术。在天然纳米材料的改性修饰、多组份农药减量复配等方面进行了技术突破；有效解决了化学农药多施成本高面源污染严重的问题，成功实现了减肥减药、提质增效的要求，相关研究成果已发表研究论文，同时申请国家专利保护。本项目的开发研究工作，将满足长江中下游冬麦区、黄淮麦区常年发生的小麦赤霉病、白粉病和穗发芽的高效、绿色、低成本的减灾防控，满足国家粮食安全和环境安全的粮食需求。

二、应用领域及市场前景

防治小麦病虫害及自然灾害的常用手段大都具有成本高、稳定性差、易造成污染和预防的盲目性大等缺点，在实际生产中应用受到一定限制。该项目技术成果具有绿色无毒、持久高效、成本低廉等优势，预期成本可控制在 20 元/亩以下，赤霉病防控效果达 28%以上，穗发芽防控效果达 30%以上，白粉病防控效果达 40% 以上。绿色纳米防控技术的实施是保障粮食安全的高端技术产品，具有成本低、施用简便、环境友好等优势，对减少化学农药使用和提高小麦品质具有重要意义，具有很好的应用前景。同时绿色产品的推广应用可以减少环境风险。该项目经济、社会和生态效益显著。

三、合作模式

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

四、相关图片



091 工厂化农业关键技术与智能农机装备

一、项目简介

土壤信息原位感知是智慧农业发展的基础与必要条件，土壤信息传感器及智能监测装备研发可以为土壤健康与农业高质量发展提供技术支撑。本项目针对土壤健康与农作物产量和质量安全密切相关的土壤环境因子，开展多种传感器与智能监测设备创制研究，建立土壤信息监测物联网云服务平台并开展示范应用。

掌握土壤检测自动化的核心技术，解决大规模土壤检测存在的人力成本高、检测周期长、检测精度低等问题，有助于提升我国在智慧农业领域的竞争力，推动国土、耕地的质量安全与可持续发展。

二、应用领域及市场前景

应用产业包括农业种植、环保、耕地监测等领域，处于农业产业链的上游环节，随着第三次全国土壤普查的启动，预计土壤检测市场规模将达到 1000 亿元左右，具有显著的市场经济效益。

有助于“双碳”、“黑土粮仓”等重大战略的落实，体现在有利于我国耕地质量监测与保护，减少化肥过量使用，减少农业面源污染，实现土壤肥力分布的动态监测，提供土壤改良的合理配方，推动绿色高效的农业发展方式。

● 拟化的方式（或合作模式）：

可通过委托开发，成果许可、转让等方式，共同推进该成果的产业化。

三、相关图片



092 工业菌株合成生物学育种加速平台

本平台结合智能育种加速器、合成生物学和离子束注入技术，实现工业菌株的高效选育。该系统可快速重构菌株代谢，缩短研发周期，提高靶向性。应用领域广泛，包括医药蛋白、食品工业蛋白、生物试剂、重组疫苗和高附加值化合物的生产

核心技术

- 合成生物学
- 离子束注入技术

技术优势

- 快速重构菌株代谢平衡
- 高效率
- 周期短
- 靶向性强

底盘细胞工厂

- 大肠杆菌
- 酵母
- 谷氨酸棒杆菌

已完成中试可应用的部分产品

医药蛋白：鲑鱼降钙素、胰岛素、鸢尾素，水蛭素等

兽用蛋白：抗菌肽、胸腺肽、重组（鸡、猪、牛）干扰素等

细胞因子：表皮生长因子、成纤维细胞生长因子等多种因子等

食品保健品：甜味蛋白、维生素 K2 等

生物试剂：胰酶、sumo 酶、肠激酶等

重组疫苗：猪胸膜肺炎亚单位疫苗，牛鼻气管炎病毒亚单位疫苗等

高附加值化合物：镇痛药物替曲朵辛，生物染料靛蓝等

功能性益生菌

093 智慧尿康机

尿常规检验作为临床三大常规检验中的一项，反映了机体的代谢状况是很多疾病诊断的重要指标。智慧尿康机是一种高效、准确、自动化程度高的尿液检测设备（专利号：ZL202110223686.0），它规避了传统尿检测需要医院挂号、自主取样送检繁琐的操作，检测指标受限以及检测时间长的问题，只用扫码后如厕，仅用 3 分钟即可查看 14 项尿干化指标和 36 类尿液有形成分的检测结果，并根据检测结果利用自主的知识图谱，生成尿液检测报告和近 100 多种疾病风险评估报告，便利、快捷又智能。

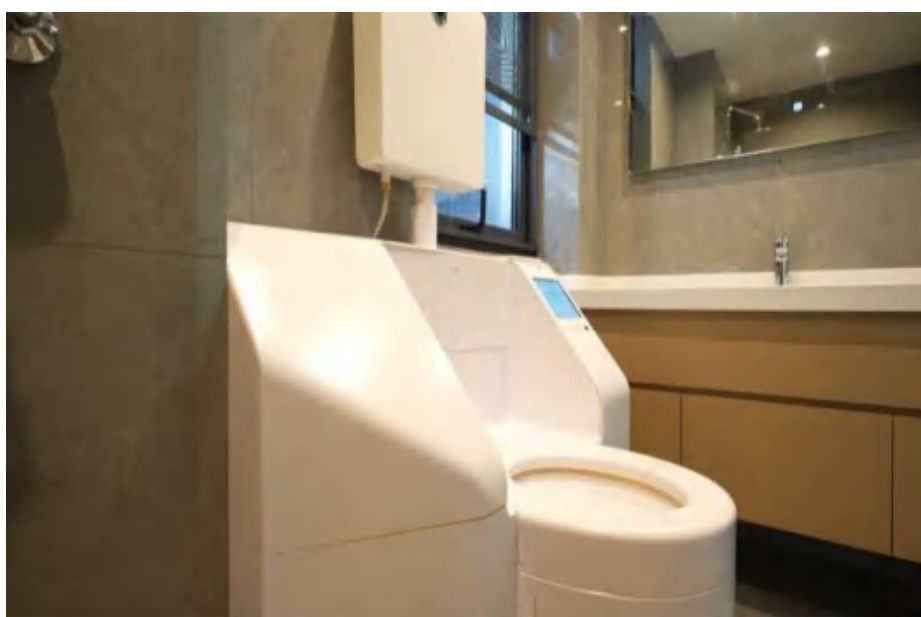


图 产品及用户落地场景

中国科学院 金属研究所

094 大型钢锭缩孔、疏松、A 偏析及沉积锥夹杂物等控制技术

项目简介

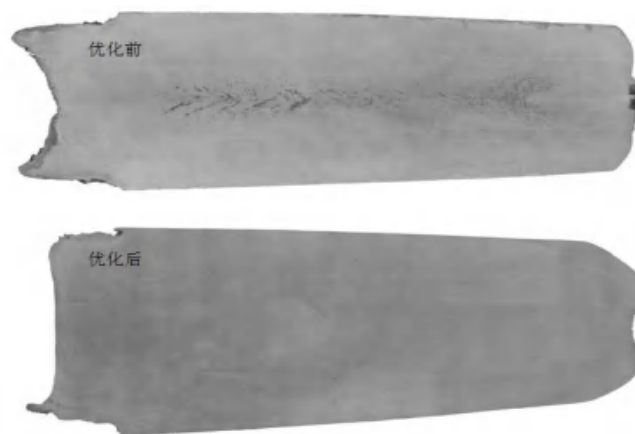
大型钢锭缩孔疏松、A 偏析以及沉积锥夹杂物等缺陷严重影响了钢锭的内在质量,大大降低了钢锭的合格率以及材料的利用率。本项目通过计算机模拟技术、稳态热冒口技术以及纯净化控制技术,成功消除了 100t 级钢锭的内在缩孔疏松,大大减轻了钢锭的 A 偏析以及钢锭底部的沉积锥夹杂物缺陷。提高了钢锭的内在质量,同时将钢锭的利用率提高 5%。

技术特点(包含主要技术指标)

大型钢锭缩孔、疏松、A 偏析及沉积锥夹杂物等控制技术,在于通过计算机模拟技术、稳态热冒口技术以及纯净化控制技术消除钢锭内部的缩孔疏松,使钢锭内部的缩孔疏松达到 1 级以上。使钢锭的成分偏析控制在 1.5% 以内,定型偏析控制在 1 级以内。消除钢锭底部的沉积锥处的大型夹杂物,使钢锭的材料利用率提高 5%,进而提高材料的合格率。

创新要点

本发明涉及大型钢锭领域,具体为一种高质量、高成材率钢锭制备方法,也就是一种消除钢锭内部缩孔缺陷及减轻底部负偏析的方法,涉及 0.5-600 吨所有级别金属模大型钢锭的铸造过程,应用于真空和非真空条件下碳钢和合金钢锭的铸造过程,对各种黑色合金材料钢锭的质量与成材率都有提高作用。



095 超（超）临界机组关键铸锻件的制备技术

项目简介及应用领域

高参数、高效率和大容量的超（超）临界发电技术，是我国电力发展方向。基于前期对超（超）临界机组一些关键部件选材的材料研究及其产品研发，系统地形成了超（超）临界机组关键铸锻件的制备技术，如超（超）阀体、缸体铸件和三通、高中压转子锻件等全流程热加工制备技术。用于超（超）临界汽轮机组关键部件的热加工制造

技术特点(包含主要技术指标)

通过纯净冶炼技术、铸造/锻造工艺优化设计、中间退火与阶梯型回火热处理等工艺，控制关键铸锻件内部产生的气孔、偏析、夹杂或粗晶、混晶、白点等缺陷，实现超（超）临界机组关键铸锻件组织细化与均匀化，满足温度范围为567~650℃内长期服役的各项性能要求。



096 超大断面立式连铸实心与空心钢锭

项目简介及应用领域

采用立式连铸方法生产直径大于 $\Phi 600\text{mm}$ 的铸坯，其具有生产效率高、材料利用率高、组织致密等优点。可用生产轴类件、环类件、筒类件等。尤其是采用大断面空心连铸钢锭可缩短环类件和筒类件的生产流程，提高生产效率，大大解决成本。本技术可应用于高端轴类零件制造，如车辆传动轴、台阶轴，空心类零件可用于齿圈以及核电、火电用压力容器筒类锻件，配套重大工程关键装备。

技术特点(包含主要技术指标)

目前大型钢锭的制备方法主要是模铸法，利用金属模具，采用上注或下注方法进行浇注，金属液在钢锭模中凝固。这种方法生产的钢锭存在严重的偏析、夹杂、缩孔疏松问题，钢锭平均利用率不足60%。而且采用模铸法制备大型钢锭生产周期长、效率低、能耗高。中国科学院金属研究所开发了一种大型钢锭连铸技术。该技术是将金属液连续浇注到水冷结晶器中，钢水在水冷结晶器中凝固，并通过引锭装置不断将凝固部分由下端拉出，实现钢锭的连续铸造。利用连铸方法生产的钢锭，由于冷却强度大、凝固时间短，钢锭基本没有偏析缺陷，夹杂和缩孔疏松缺陷也较轻微，可以满足锻造要求。连铸钢锭减小了模铸钢锭冒口和锭尾的切除量，使钢锭利用率提高到85%以上。同时，采用连铸方法生产钢锭，可以提高生产效率，实现节能减排。一套设备达产后，可以年产钢锭10万吨，产值8亿元以上。



097 高品质宽厚板坯制备技术与装备

项目简介及应用领域

大型宽厚板坯是重大工程的基础母材，我国当前特厚板的市场需求在 500 万吨/年以上，年产值近千亿。由于对铸坯心部质量要求高，常规连铸和模铸钢锭无法满足使用要求，我国特厚钢板一直依赖从德国迪林根、法国阿赛洛、日本 JFE 进口，价格十分昂贵。中科院金属所经过技术攻关已突破宽厚板坯制备技术，可生产优质特厚板坯。其应用范围覆盖石化及锅炉压力容器，高端热作、冷作、塑料模具，海洋工程用钢（齿条钢、甲板钢等）、冶金机械、桥梁建筑等民用与国防领域。产品厚度规格范围可覆盖厚度为 20-60mm 的中厚板以及 60-500mm 的特厚钢板。

技术特点(包含主要技术指标)

采用金属所研发的成套技术与装备，可开发 400-1000mm 厚度的宽厚板坯，材料利用率达 85%以上；宽厚板坯锻造或轧制后，保证超声波探伤满足欧标 EN10160 要求的 S1 级和 GB/T2970 探伤标准的 2 级以上水平。每条生产线可年产宽厚板坯 5 万吨以上，创造产值 5 亿元以上。本项目开发的高效宽厚板坯制备技术，采用多梯度稳态热冒口、高温自补缩工艺、等离子加热装置和微区振荡技术制备宽厚板坯，减少了偏析、缩孔疏松缺陷，提高了生产效率，可以为宽厚板轧钢生产线提供合格板坯，缓解并逐步解决目前我国宽厚板轧制能力过剩与宽厚板坯供应不足之间的矛盾，满足大型钢铁企业对宽厚板铸坯的迫切需求，项目实施将加快传统产业的技术升级改造，并加快高附加值新产品生产线的建设，为促进钢铁行业的调整与振兴发挥积极作用。



098 矿山机械新型耐磨材料及其应用

项目简介及应用领域

挖掘机、破碎机、半自磨机、球磨机和再磨机是矿山机械领域的主要耐磨设备，其核心工作部件，如斗齿、履带板、锤头和衬板等铸件的使用寿命，直接关系到这些设备的维修频次与生产效率。本项目基于各耐磨部件的实际使用工况，通过材料研究与工艺开发，成功研制出系列高效率、长寿命的耐磨部件。适用于矿山机械耐磨部件的制造。

技术特点(包含主要技术指标)

通过钢水纯净化、组织细晶化和综合热处理等工艺控制技术，形成的系列新型耐磨钢种及其制备的耐磨部件，经实际工况上机试用表明，均达到甚至超过相应的进口部件。



099 矿山机械新型耐热材料及其应用

项目简介及应用领域

铁矿石氧化球团烧结机与链篦机等矿山机械主要设备耐热部件的使用寿命，直接关系到这些设备的维修频次与生产效率，其选材要求具有良好的高温抗氧化性能、优异的高温强度和耐热疲劳性能。本项目通过综合考虑服役工况对材料的使用要求，设计的系列新型耐热钢种具有较低的合金成本和较高的服役寿命。用于矿山机械耐热部件的制造。

技术特点(包含主要技术指标)

通过钢水纯净化、组织细晶化和高温复合强化等合金设计思想，形成的系列新型耐热钢种及其制备的烧结机和链篦机耐热部件，经实际工况上机试用表明，烧结机耐热部件的使用寿命已经超过 7 个月，链篦机耐热部件的使用寿命超过 12 个月。



100 钢-铝接头

项目简介及应用领域

铝合金具有重量轻、耐腐蚀、导热导电好，低温强度高等优点，在国民经济的各领域得到了广泛应用，特别是在低温装置领域，如空分装置、乙烯装置、LNG 装置等，大量采用铝合金制作压力容器和输送管道，这种铝制容器和管道常常要和钢材进行连接。由于铝和钢的热物性相差大，采用熔焊和钎焊工艺很难将二者有效连接起来，接头的气密性和结合力往往达不到设计要求，给工程施工和设备制造带来极大的困难。项目技术可应用在空分装置、乙烯装置、LNG 装置等钢与铝合金的连接上。

技术特点(包含主要技术指标)

- 1、接头强度达到铝合金强度的 80% 以上；
- 2、接头气密性：氦气漏率小于 $1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ ；
- 3、冷热冲击性能：接头经受 150℃ 快速淬入液氮中，然后再升温至 150℃ 的多次冷热循环，接头的气密性和连接强度基本不变。



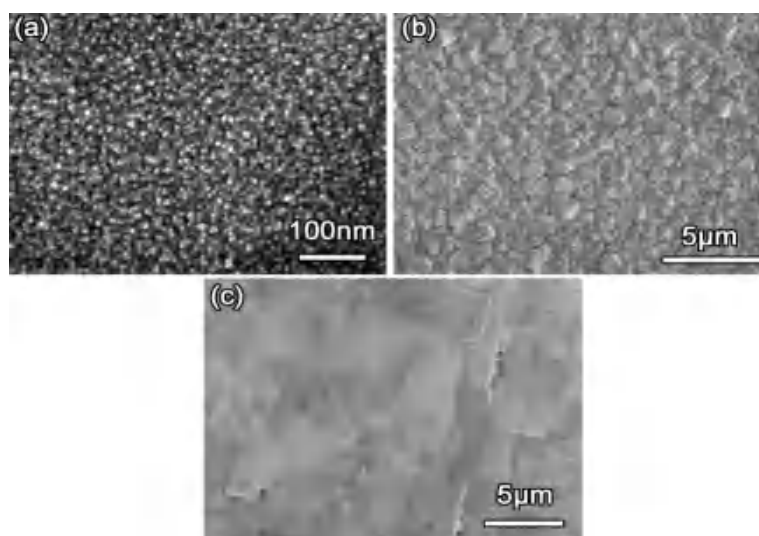
101 金刚石薄膜的制备与应用

项目简介及应用领域

本项目主要利用微波化学气相沉积或热丝 CVD 的方法在不同衬底上生长各类型金刚石薄膜（单晶、多晶及多孔金刚石）以满足特殊超硬材料的机械加工和航空航天及微电子等领域对关键材料和技术的需求，如金刚石电子器件、金刚石切削刀具、金刚石硬质涂层、金刚石窗口、电子器件散热层等。

技术特点(包含主要技术指标)：

本技术主要利用微波化学气相沉积法在不同的衬底上生长各种不同类型的金刚石薄膜，可应用于金刚石高频高能微电子机械系统、功能防护涂层和透明电极、金刚石基生物传感器，IR、紫外以及 X 光的窗口，场发射器件，远紫外激光器的制备等等。在硬质合金上生长的金刚石膜与基体之间有良好的结合力，可应用于轻金属和碳材料的机械加工。此外，本技术工艺简单，成本低廉，适合于工业推广和应用。技术指标包括：生长面积： ≤ 3 英寸；沉积速率： $< 10\text{mm/h}$ ；厚度： $3\sim 50$ 微米；硬度： $50\sim 100\text{GPa}$ 。



不同形貌的金刚石薄膜。(a) 超纳米金刚石；(b) 微米级金刚石；(c) (100)取向异向外延金刚石

102 陶瓷颗粒增强铝基复合材料

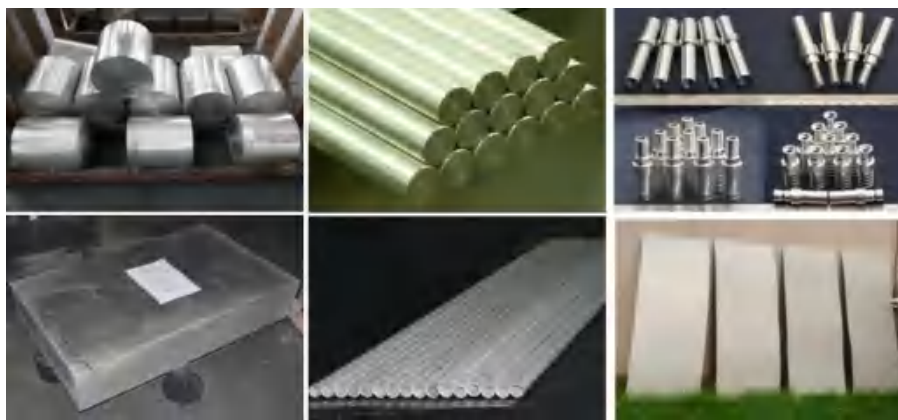
项目简介及应用领域

陶瓷颗粒增强铝基复合材料与传统铝合金、钛合金等相比，具有高比强度、高比刚度、高耐磨、高热导率、低热膨胀系数等特点，可广泛应用于航空、航天、汽车、核电等领域。目前颗粒增强铝基复合材料在一些有减重需求的结构件、耐磨件、散热器件以及特定功能件（如中子吸收）等获得了大量应用。金属所研制的中低体分 SiC 颗粒增强铝基复合材料相对传统铝、钛合金，具有高比强度、高比刚度等特点，目前作为结构件大量应用于航空航天等领域，另外，由于该材料的高比强度、高耐磨性、低热膨胀系数等特点，在高端汽车轮毂、刹车盘、发动机活塞等领域也具有广阔的应用前景。

金属所研制的高体分铝基碳化硅材料具有密度小、热膨胀系数小、热导率高等特点，目前已作为热管理材料替代钼铜、钨铜等小批量应用于电子封装等领域，未来在 IGBT、LED 散热基板等领域也具有批量化应用前景；高体分铝基碳化硅材料还具有高比刚度及良好的尺寸稳定性特点，目前在空间相机支架、仪器仪表等领域也具有广阔的应用前景。

技术特点(包含主要技术指标)：

金属所研制的中低体分 SiC 颗粒增强铝基复合材料相对传统铝、钛合金，具有高比强度、高比刚度等特点，目前作为结构件大量应用于航空航天等领域，另外，由于该材料的高比强度、高耐磨性、低热膨胀系数等特点，在高端汽车轮毂、刹车盘、发动机活塞等领域也具有广阔的应用前景。



103 高耐磨性农用机械配件

项目简介及应用领域

耐磨材料在不同发展阶段对降低单位材料消耗起到了非常大的作用,但是材料性能也存在某些问题,如普通白口铸铁韧性较低,高锰钢在低冲击载荷下加工硬化能力差,高铬铸铁在腐蚀性介质的湿磨条件下耐磨性优势不大,同时韧性也显不足。由于韧性的不足,常常导致研磨体介质破碎和剥落,这使得粉磨工序管磨机的生产率降低、研磨效率下降、能耗增加以及磨矿闭环回路的辅助设备磨损严重。本项目采用少量合金化和等温淬火热处理的技术措施,开发出含碳化物等温淬火球墨铸铁(简称 CADI)强韧性耐磨材料,为冶金、矿山、水泥、发电、现代农业等行业提供一种优质的抗磨材料。

技术特点

1. 调节合金成分,可以方便的控制 CADI 基体中碳化物含量,从而调节合金的韧性与硬度,针对不同的应用环境,开发不同强韧性的部件;
2. CADI 材料的性能主要由等温淬火工艺决定,即由奥氏体化温度和保温时间、等温淬火温度和保温时间决定;
3. CADI 球铁制备工艺简单易实现,成本低廉,在现有球墨铸铁生产设备上可直接进行生产。

创新要点

- 1、通过合金成分调整,控制碳化物含量;
- 2、针对不同的合金成分和不同使用要求,开发出相应的等温淬火工艺



104 各向同性热解石墨（IPG）

成果简介及应用领域

各向同性热解石墨（Isotropic pyrolytic graphite——IPG）材料是利用化学气相沉积方法（Chemical Vapor Deposition——CVD）制备的一种高性能碳质材料，其结构致密、晶粒尺寸小，克服了石墨材料呈各向异性的弱点，具有耐高温、润滑、耐磨损、强度极高、不透气、耐烧蚀、可加工性能优良等特点，作为综合性能最佳的机械密封材料在航空、航天、船舶、冶金、石油、电子、机械等领域都得到了成功的应用。

技术特点

抗压强度 $\geq 150\text{MPa}$ ，抗折强度 $\geq 90\text{MPa}$ ，开口气孔率 $\leq 0.1\%$ ，密度 $\geq 1.8\text{g/cm}^3$

创新要点

IPG 制备技术及制备装置



105 热解石墨 (PG)

成果简介及应用领域

热解石墨 (Pyrolytic Graphite--PG) 是利用碳氢化合物气体在高温下裂解后在基体上沉积而生成的一种石墨材料, 具有某些独特的性能, 如高密度、高纯度、不透性、耐腐蚀性、较高的结晶取向性及热、电、磁、力学性能的各向异性等, 在航空、航天、电子器件、半导体、化工医药、冶金、生物医学等领域中有着广泛应用。



技术特点

抗压强度 (ab 向) $\geq 80\text{MPa}$, 抗拉强度 (ab 向) $\geq 75\text{MPa}$, 杂质含量 $\leq 0.02-0.005\%$, 密度 $2.15-2.20\text{g/cm}^3$

创新要点

PG 制备技术及其热处理工艺

106 浸金属（树脂）碳石墨复合材料

成果简介及应用领域

传统工艺制备的碳石墨材料内部有较高的孔隙率，在高压条件下将金属或树脂等浸渍到碳石墨基体中能够极大的提高材料的强度、密封性能、耐磨损性能。我所制备的高性能浸金属和浸树脂碳石墨复合材料具有优异的力学性能、耐磨损性能和密封性能，已广泛应用于机械密封领域。

技术特点

浸树脂碳石墨复合材料：抗压强度 $\geq 120\text{MPa}$ ，抗折强度 $\geq 55\text{MPa}$ ，开口气孔率 $\leq 1\%$ ；浸金属碳石墨复合材料：抗压强度 $\geq 165\text{MPa}$ ，抗折强度 $\geq 75\text{MPa}$ ，开口气孔率 $\leq 1\%$

创新要点

热等静压浸渍技术、高压浸渍技术、高性能碳石墨基体



107 高定向热解石墨（HOPG）

成果简介及应用领域

高定向热解石墨（highly oriented pyrolytic graphite, HOPG）是热解石墨经高温高压处理后制得的一种新型石墨材料，其性能接近单晶石墨。主要应用于 X 射线单色器、中子滤波器和单色器、石墨基本性能研究、大尺寸石墨层间化合物基础研究、石墨烯制备研究等领域中。

技术特点

密度 2.25-2.26g/cm³，层面间距：0.3344-0.3359nm

创新要点

HOPG 制备技术



108 退火态热解石墨（APG）及其复合材料

成果简介及应用领域

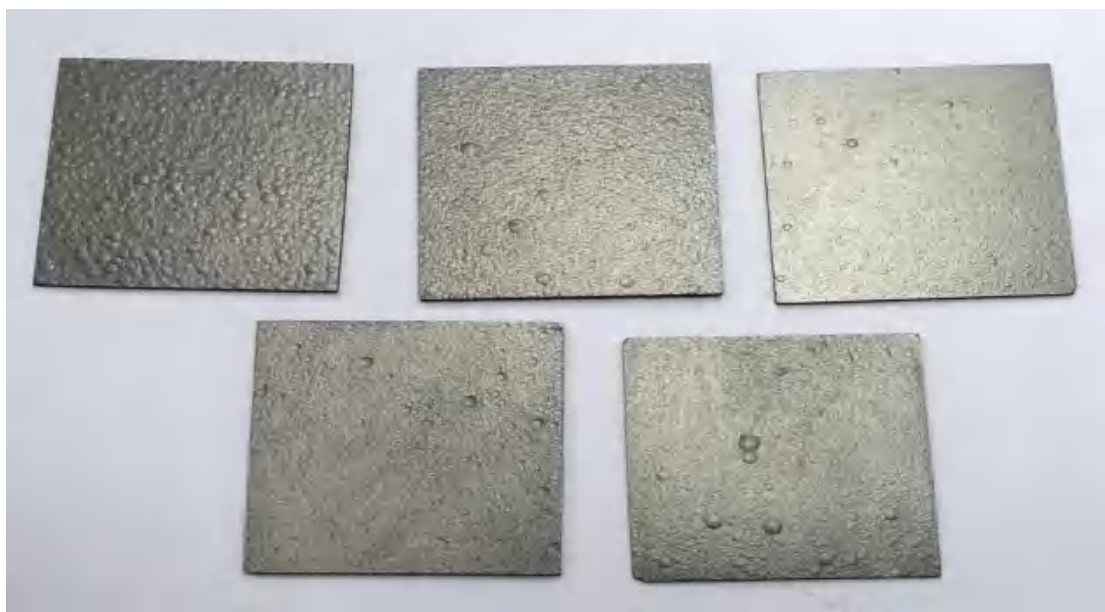
退火态热解石墨（Annealed pyrolytic graphite, APG）是热解石墨经高温高压处理后制得的一种新型石墨材料，其具有优异的导热性能，以其为主要导热材料制备的复合材料在航空、航天、电子等领域有着极为广阔的应用前景。

技术特点

密度 2.23-2.25g/cm³；导热率（ab 向） $\geq 1600\text{W/m}\cdot\text{k}$

创新要点

APG 制备技术，APG 复合材料制备技术



109 热解氮化硼（PBN）

成果简介及应用领域

热解氮化硼（Prolytic Boron Nitride）是采用化学气相沉积工艺（CVD）制备的新型陶瓷材料，其结构特征与石墨极为相似。具有优异的介电及绝缘性能、密封性能、高温强度、高化学惰性和各向异性的导热性能。作为高导热夹持杆、透波窗片、坩埚等在航空、航天、半导体等领域均得到了成功应用。



技术特点

密度 $2.10\text{--}2.19\text{g/cm}^3$ ，抗折强度 ≥ 80 （ab 向）MPa，热导率（ab 向） $60\text{W/m}\cdot\text{K}$

创新要点

PBN 制备技术

110 高强高韧马氏体钢

项目简介及应用领域

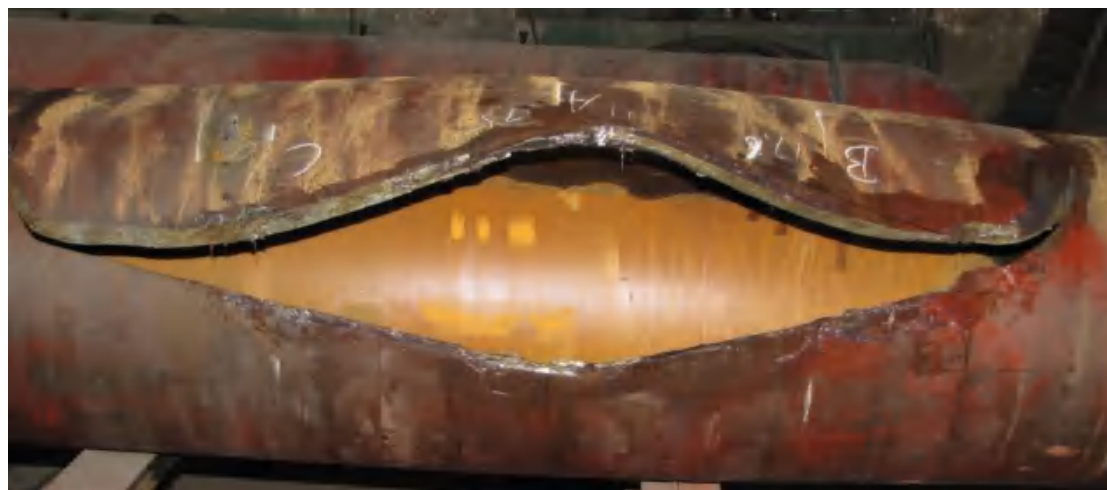
当前人们对高强度合金钢的性能提出越来越苛刻要求，不仅要求强度高，同时要求韧性（尤其是低温冲击韧性）有更高的要求。新研制一种 NiCrMo 系马氏体钢，具有优良的强韧性配合，低温冲击性能高，同时材料冷热加工性能好、成本低。目前已用于制备大容积的压力容器、消防、医疗、石油、化工和交通等领域，同时还可用于航空航天、船舶等领域。

技术特点(包含主要技术指标)

NiCrMo 马氏体钢是一种调质态中碳合金钢，该钢具有良好的强韧性配合，尤其是低温冲击韧性良好，能满足在低温下（如 -70°C 左右）的安全使用，而且延伸率、屈强比、断裂韧度和耐腐蚀等性能优良。

主要力学性能： $\sigma_b \geq 1200\text{MPa}$ ， $\sigma_{0.2} \geq 1100\text{MPa}$ ，延伸率 $A \geq 14\%$ ，面缩 $Z \geq 50\%$ ， $A_{KV}(-70^{\circ}\text{C}) \geq 60\text{J}$ ， $A_{KV}(\text{常温}) \geq 100\text{J}$ 。

其它性能：断裂韧度 $K_{IC} \geq 130\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ ，无塑性转变温度 $NDTT < -80^{\circ}\text{C}$ ，年腐蚀速率 $R < 0.1\text{mm/a}$ 。



111 模拟封严涂层工况高速高温摩擦磨损试验机

成果简介及应用领域

能够模拟封严涂层与对偶件间的高速、断续刮擦、高温和进给式加载为特点的特殊工况。用来开展封严涂层可磨耗性能研究，对先进涡轮发动机的制造意义重大。用于航空发动机及蒸汽轮机等领域。

技术特点

旋转样品的高速平稳运转；样品快速加热和准确测温；样品进给的精密控制；快速精密测量切向力和法向力；计算机数据采集和抗干扰。

创新要点

以高速摩擦和高速擦刮方式相结合，模拟连续摩擦、间断擦刮及摩擦与擦刮复合的多种摩擦磨损形式，测量的数据接近实际工况，信息量大，体现多功能试验设备的特点。



112 钛合金医疗棒丝材

成果简介及应用领域

钛合金医疗材料主要包括 Pure Ti, Ti6Al4V, Ti6Al4V Eli, Ti6Al7Nb Eli, Ti13Nb13Zr 等各种合金, 生产各类钛合金棒材、板材、丝材和空心棒材, 产品满足 GB/T 13810 和 ASTM F136 等各类医疗标准。钛合金医疗棒丝材作为植入用医疗器件的原料, 主要应用于脊柱、关节、种植体、骨板/骨钉内固定系统等各类产品。

技术特点 (含主要技术指标)

原材料的成分均匀性佳, 冶金质量优异;

棒材制作成椎弓根螺钉后的残余变形小;

棒材扭转性能佳, 扭转角度稳定超过 180° 。

创新要点

优化了 Ti6Al4V 合金棒材拉拔和轧制变形工艺, 引入拉压矫直工艺, 有效调整了棒材残余压应力和残余拉应力的分布规律, 实现了近无应力条件的钛合金棒材研制;

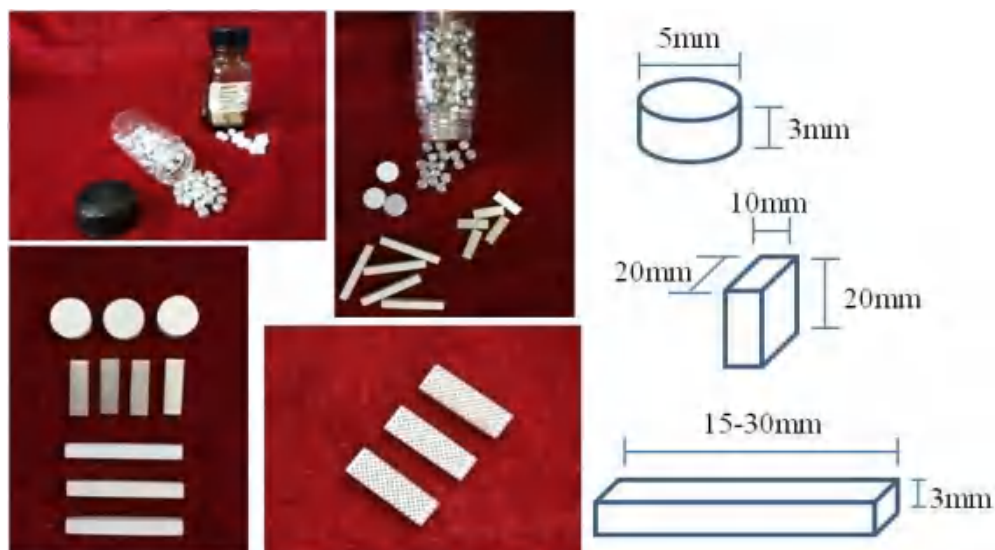
采用均匀处理和织构控制技术, 获得了组织和性能均匀的高质量棒材, 优化了织构强度和织构分布规律, 获得了高扭转性能的钛合金棒材。



113 可降解镁合金骨内填充产品

项目简介及应用领域

本项目利用镁合金可腐蚀降解的特性以及优异的生物活性，开发出可降解镁合金骨内填充产品，可用于骨缺损修复和治疗骨肿瘤切除后的骨移植填充，促进皮质骨创口愈合和缺损部位骨原位再生修复，同时抑制细菌感染和肿瘤复发。与目前使用的骨填充产品相比，可降解镁合金骨内填充产品具有优异的抗拉、抗压强度、良好的生物相容性和优异的骨组织生物活性、抑（杀）菌、原材料成本低等诸多优势。



114 可降解镁合金骨内固定螺钉、骨棒

成果简介及应用领域

传统骨折治疗方法是在骨折处钉入起固定作用的不可吸收钉，待骨头愈合后再对病人进行第二次手术，将骨内的钉取出。不可吸收材料作为骨折内固定器件其最大的缺点是不会降解，更不会被吸收，病人伤愈后，材料作为异物永久留在体内或需二次手术取出，大大增加了病人的痛苦。用可降解吸收材料代替现用的不可吸收材料制成骨折内固定器件（螺钉、棒、骨针等），由于避免了二次手术等优点而被越来越多地应用于临床手术。镁合金作为可吸收骨钉、骨棒材料有许多自身优势，所以更易在临床上应用推广。应用于非承力部位的骨折固定、骨瓣固定等，在起到固定作用的同时可促进骨愈合。

技术特点

（1）镁为人体必须元素，具有良好的生物相容性；（2）优异的生物活性，促进骨折愈合；（3）更为接近骨组织的力学性能；（4）独特的体内降解性能；（5）与骨更为接近的密度；（6）原材料成本低。



创新要点

可降解镁合金被称为“革命性的生物医用金属材料”，其体内可降解吸收性能、优异的生物活性等，避免了二次手术取出，并表现出优异的体内生物功能性。

中国科学院 长春应用化学研究所

115 高分子辐射防护材料

项目简介:

项目背景及创新性

安全性一直是核能源利用的前提。随着核能在武器装备、科学研究、医疗等领域的普及,对核辐射的屏蔽防护提出了越来越高的要求。

项目产品以高分子树脂为基体,辅以功能性屏蔽防护填料,在极大降低材料重量(体积)前提下,具有显著的中子及 γ 射线屏蔽效率。该产品制备工艺简单,施工简便,力学性能好,同时具有极佳的耐腐蚀和抗霉变性能。

技术指标:

密度: 1.0-6.0 g/cm³

尺寸稳定性: < 0.2%

热中子屏蔽率: $\geq 95\%$

快中子屏蔽系数: ≥ 1.6

γ 射线屏蔽系数: ≥ 2.0

产业化前景预测

项目开发的产品,已列装武器装备。根据用途不同,经过调整后,相关产品在核电站、核废料储存与输运、科研及医疗用放射源屏蔽防护等领域应用广泛。该类产品制备工艺简单,施工方便,产业化前景广阔。

经济效益:

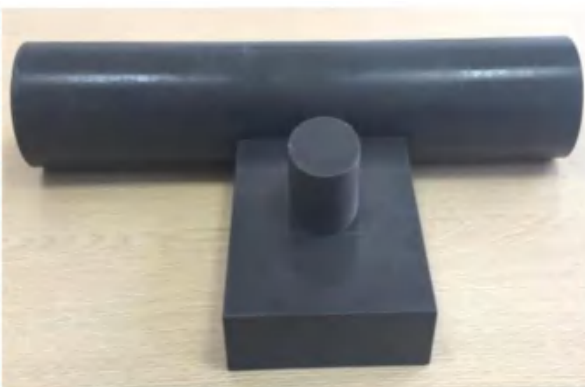
以10万元/吨,年产500吨计,项目产品年销售额可达5000万元。

社会效益:

项目产品很大程度上提升了我国核能源利用的安全性,产品的推广应用将带动相关产业的快速发展,提升我国相关领域的核心竞争力。



典型应用



屏蔽测试样品



产品包装



出厂产品及生产线

技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☒ 产业化

合作方式（可多选）

☐ 技术合作 ☒ 技术入股 ☐ 技术转让

☐ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

116 酚醛基水润滑轴承

项目简介:

项目背景及创新性

水润滑轴承是船舶动力推进系统的重要组成部分,用于承载轴系负荷,保证轴系能够安全可靠运行。水润滑轴承采用水作为润滑剂使其具备了天然的环保优势,但由于现有国产高分子水润滑轴承存在的耐磨损性能差,使用寿命短,可靠性不足等缺点,在民用船舶领域大部分船舶仍采用油润滑轴承,这些船每年泄漏量都高达几百万吨,严重破坏生态环境。因此,研究开发无污染、耐磨、可靠、高效可靠的新型水润滑轴承材料,实现产业化生产并推广应用,以解决江河湖海日益严重的污染问题,应该说这是船舶轴承材料领域的当务之急。

本项目将围绕船舶领域对高可靠水润滑轴承材料的迫切需求,针对现有高分子水润滑轴承材料存在的低可靠、低寿命与不耐磨等一系列现实问题,通过对铁梨木轴承开展仿生学研究,采用酚醛树脂复合材料体系模拟天然铁梨木的多级结构与水润滑特性进行新型仿生水润滑轴承材料的研制,开展酚醛树脂基体功能改性、功能复合纤维骨架编织结构设计、辊压叠层缠绕成型等研究工作,攻克传统水润滑轴承材料边界润滑状态下自润滑性差,极端工况下易与铜轴发生咬合磨损等技术难题,提升材料在泥沙、高温和断水等苛刻工况下材料的抗摩擦磨损能力,极大提升材料可靠性与使用寿命。

技术指标:

压缩强度 ≥ 200 MPa;

压缩模量 ≥ 1 GPa

吸水率 ≤ 1 %;

干态摩擦系数 0.08-0.16;

水润滑摩擦系数 ≤ 0.05

产业化前景预测

航行在内陆河流上的船只还多以油润滑轴承为主,每年向水域排泄数十万吨润滑油,造成了极大的污染,随着环保意识的加强,油润滑轴承终将被水润滑轴承所取代。因而,水润滑轴承具备着广阔的应用前景和巨大的潜在市场,对于解决人们当前面临的产品需求问题,地方面临的环境污染问题都具有重要的现实意义,通过与省内地方企业合作,将具备高性能环境友好型的水润滑轴承材料进行批量化生产,产生巨大的经济效益和社会影响力同时也必将带动我省化工新材料

的升级转型。

经济效益：

酚醛基轴承产品年产值约 2 亿元

社会效益：

此外本项目的开展，我们不仅能够争取更大的水润滑轴承应用市场，同时由于水润滑轴承精度要求高的特性，对高分子材料机加工工艺要求严格，通过和地方企业合作，有利于对地方企业高分子机加工能力的提高，从而带动相应高分子材料机加行业水平的提升。



技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☒ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☐ 技术转让

☒ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

117 聚氨酯基水润滑轴承

项目简介:

项目背景及创新性

水润滑轴承用于承载轴系负荷, 保证轴系能够安全可靠运行, 其采用水作为润滑剂, 具有天然环保优势, 在船舶、水泵、水轮机等领域逐渐取代传统油润滑轴承, 得到广泛应用。目前国内产品还存在自润滑效果差、耐磨性不好、承载与安全性低等问题, 致使国内高端市场一直被国外产品占据。为保证国防安全以及提高中国制造水平, 需开展相关工作以打破国外产品技术垄断。

本项目集中研究了聚氨酯基轴承材料中温致相变自润滑粒子的释放, 填料粒子在不同工况下的摩擦磨损行为; 解决了因缓释型亲水剂的释放造成的轴承体积膨胀问题; 明晰材料的化学结构与使用性能和产品寿命之间的构效关系。生产的聚氨酯基水润滑轴承产品具备了高耐磨、吸水膨胀小、成型方便、价格适中, 具有适用范围宽、经济性好、安装方便的优势。

技术指标:

1. 邵氏硬度 (D) 65;
2. 抗拉伸强度 30MPa, 扯断伸长率 150%;
3. 吸水膨胀率 (20 °C) 1.3%;

使用温度 (水润滑) -2~70 °C。

产业化前景预测:

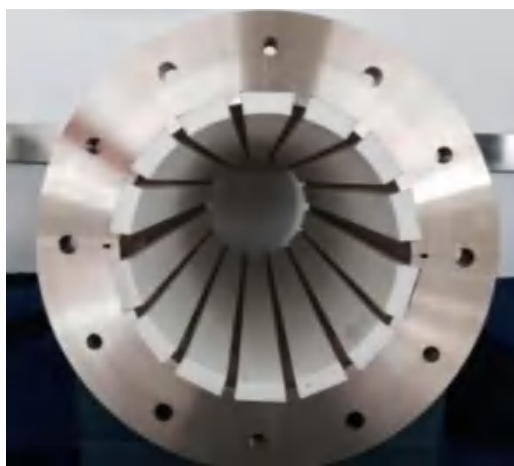
航行在内陆河流上的船只还多以油润滑轴承为主, 每年向水域排泄数十万吨润滑油, 造成了极大的污染, 随着环保意识的加强, 油润滑轴承终将被水润滑轴承所取代。因而, 水润滑轴承具备着广阔的应用前景和巨大的潜在市场, 对于解决人们当前面临的产品需求问题, 地方面临的环境污染问题都具有重要的现实意义, 通过与省内地方企业合作, 将具备高性能环境友好型的水润滑轴承材料进行批量化生产, 产生巨大的经济效益和社会影响力同时也必将带动我省化工新材料的升级转型。

经济效益:

聚氨酯基轴承产品年市场规模约 5 亿元

社会效益:

此外本项目的开展，我们不仅能够争取更大的水润滑轴承应用市场，同时由于水润滑轴承精度要求高的特性，对高分子材料机加工艺要求严格，通过和地方企业合作，有利于对地方企业高分子机加工能力的提高，从而带动相应高分子材料机加行业水平的提升。



技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☒ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☐ 技术转让
☒ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

118 医用膜级聚砜材料产业化技术

项目简介:

项目背景及创新性

聚砜树脂（PSF）是一种热塑性特种工程塑料，分子结构特点决定了聚砜树脂具有优异的性能，并且产品质轻，不但可取代各种塑料，也可代替金属，能用注射、挤出、模压等通用的方法进行加工。

聚砜在食品卫生、医疗用器具等方面优良的安全卫生性能，已经广泛应用于医疗行业。目前，世界上聚砜类塑料的生产商主要集中在欧美等八家公司，联合生产能力达到了 6 万吨/年。中国市场的主要供应商是苏威和巴斯夫两家公司，其中用在膜行业的聚砜占到 90%以上。国内聚砜生产企业虽不少，但生产装置产能偏小，开工率很低。与国外相比，在生产工艺，包括单体合成、聚合、后处理回收等方面都有待改进和提高，产品杂质含量高，溶液稳定性差等因素，限制了国产聚砜在分离膜领域、医用等高端领域的应用。并且国产聚砜主要应用于注塑类工程塑料领域，在分离膜领域或血液透析膜领域无法应用。医用膜级聚砜的生产也是中国亟待开发的一项“卡脖子”技术。

我国肾病患者 200 万人，需要血液透析器 1.2 亿支/年；93%为聚砜类膜材料，我国每年用于血液透析膜的聚砜约 1800 吨左右。反渗透膜支撑层是聚砜的另一重要应用领域，每年用量约 2000 吨左右，合计应用在膜领域的聚砜约 3800 吨/年。由于国产聚砜只能应用于注塑类工程塑料领域，无法应用于对聚砜性能要求更高的分离膜领域，这些聚砜约 95%由苏威和巴斯夫供货。

针对这一现状，我们开发了医用聚砜膜材料的产业化技术，目前已经完成了聚砜的百吨级中试合成，并完成了聚砜的基本物理化学性能及生物学性能的评价，完成了中空纤维血液透析膜的纺丝研究。预计建成 5000 吨/年医用膜级聚砜材料生产线及 400 万支/年血液透析器生产示范线。实现年产值 25-30 亿元。

技术指标:

本项目核心竞争优势是合成医用膜级聚砜材料，具有分子量分布窄，杂质含量低，溶液加工性好等优势，能用于对聚砜要求较高的分离膜行业，产品性能远远高于国内的聚砜产品，产品质量与国际大公司（苏威及巴斯夫）产品持平。项目可解决我国医用膜级聚砜材料依赖进口的局面，所生产的聚砜，可以应用于血

液透析膜，反渗透复合膜，膜式氧合器，人造心脏瓣膜，人工假牙，汽车行业等领域。

产业化前景预测：

医用膜级聚砜的目标市场是反渗透复合膜生产企业，血液透析膜耗材企业，医疗器械企业，汽车、飞机、电子及食品卫生企业。年消耗量约 10000 吨左右，市场售价为 13-20 万元/吨，市场规模将至少达到 13 亿元。下游市场中的血液透析膜耗材，将有 1000 亿元的规模，反渗透膜将有 30 亿元的市场规模。



技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☒ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☐ 技术转让
☒ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

119 高透明低 HW 发射率抗冲蚀磨损涂层

项目简介:

项目背景及创新性

物体表面的磨损是日常生活和工业界普遍存在的问题,如何在保证日常用品和设备(小到手机、电脑、家装大到汽车、高铁、飞机等)外表形态的长期美观,并防止由于磨损带来的设备性能的不断降低成为各个领域不断追寻的技术目标。因此,开发透明抗冲蚀磨损的防护涂层材料成为解决上述问题的关键。

该项目起源于军方战机座舱盖对透明高抗冲蚀磨损防护涂层的需求。我们从多元醇的分子结构设计出发,在聚酯多元醇中引入环化/非对称性链结构,结合聚氨酯链段结构设计,精确调控聚氨酯结晶尺寸,防止晶体界面散射,保证材料的高透明性;通过构建化学微交联和引入 POSS 单元构建应力耗散中心,提高材料的耐磨性能;通过构建涂层与基底间的化学/物理键合的协同效应和应力匹配,实现防护涂层与基底间高附着力,满足极端使役工况的需求。开发的多功能透明抗冲蚀磨损防护涂层已经在战机上进行挂片试飞考核,进行应用验证,实现国内该类高性能透明涂层从 0 到 1 的突破。该研究成果申请中国发明专利三项,获得军委科技委基础加强计划重点基础研究项目(资助:2600 万元)支持,重点解决透明抗冲蚀磨损聚氨酯涂层在极端使役状况下的抗冲蚀磨损机理、高附着力的构建和疲劳失效机制以及多种复合功能间的相互约束关系的等关键性基础科学问题,满足多种尖端军事用途需求。

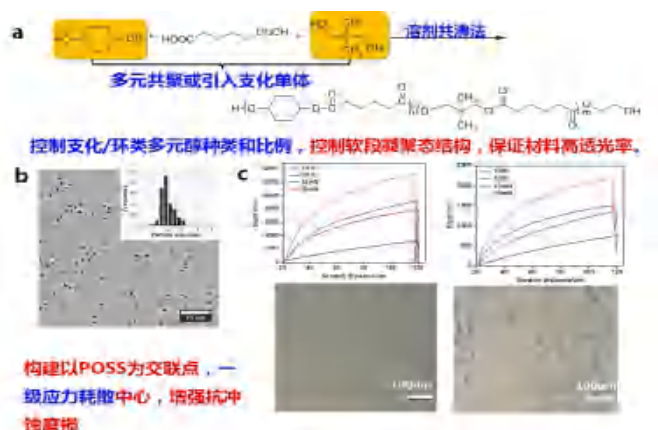


图 1. 环化/支化结构调控优化多元醇的分子结构 (a); 构建微晶和 POSS 的物理化学交联点, 提高材料的抗冲蚀磨损性能 (b); 不同模量的聚氨酯涂层的回弹性能和抗冲蚀磨损性能 (c)。

目前涂层已经通过 GJB 的测试，并已经在关键部位进行应用验证。该新型透明防护涂层材料主要为聚氨酯基涂层材料，其优异的性能完全满足日常家装、家具、汽车、风力发电扇叶、高铁等表面的防护，并可以根据需求完成特定性的优化和设计。高透明抗冲蚀磨损防护涂层已经完成相关涂料的中试放大验证，完成吨级生产线的建设，具备提供吨级原料能力。

技术指标：

指标	CIAC 涂层	备注
透光率	>95%	JY/T 022-1996
抗冲蚀试验	吹砂 30min, 雾度增加 1.1%	GJB150.12A-2009
附着力	5B	ASTMD3359-17
高温试验	透光率、雾度、抗冲蚀性等性能不变，附着力保持 5B	GJB150.3A-2009
低温试验		GJB150.4A-2009
高低温冲击		GJB150.5A-2009
太阳辐照试验		GJB150.7A-2009
耐湿热		GJB150.9A-2009

产业化前景预测：

经济效益：

该涂料能够在不影响产品美观同时实现对产品外部形貌的长期保护，防止磨损和产品在长期使用过程中性能或抗腐蚀性能下降，能够替代部分专用涂料。

社会效益：该涂料能够对产品的外观进行保护，提升产品性能，保护产品免受外部磨损侵蚀，提高产品附加值，并延长产品寿命。



汽车外表面对防



高铁面漆防护

**技术成熟度：**

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☒ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☐ 技术转让

☒ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

120 农业塑料大棚用新型长效流滴膜树脂专用料

项目背景：

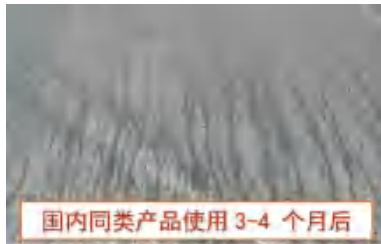
聚乙烯树脂在农用塑料大棚上被广泛应用，为农业发展做出了重要贡献。随着我国农用塑料大棚应用技术的推广面积逐年大幅度递增，其在农业增产增收中发挥的作用将越来越大。聚乙烯树脂无极性，为解决其在棚膜应用上的亲水性问题，在我国，传统上采用在聚乙烯树脂内添加流滴剂，由于流滴剂和聚乙烯树脂的极性相差较大，极易发生迁移和表面流失，故流滴持效期较短，一般为 3-4 个月，远远不能满足我国现代农业发展的要求。为了延长棚膜的流滴期，目前国内已有添加型生产技术和涂敷型防雾滴技术，但对解决长效流滴问题无能为力。日本、韩国、以及欧、美发达国家广泛采用 PET、EVA 膜，价格较高，我国农村和农民的经济水平尚难于接受，且都是专利保护产品。

技术特点：

课题组开发了一条全新的制备和生产新型长效流滴膜树脂专用料的成套工业化技术，将流滴剂接枝到聚乙烯分子链上，使流滴剂分子以共价化学键与聚乙烯分子链键合在一起，流滴剂单体中含有醚键、羟基、羧基、酯基等亲水基团，极易被水浸润，增加了聚乙烯的极性及与水的亲和性，从而使聚乙烯膜极易被水浸润并在表面形成一层水膜，有效降低了流滴剂迁移和流失的速度，使流滴期大于 12 个月。

产业化前景预测：

新型长效流滴膜树脂专用料是将流滴剂接枝到聚乙烯分子链上，我国还没有采用此技术进行流滴膜树脂专用料的工业化生产，新型长效流滴膜树脂专用料的产业化，将为我国的专用树脂材料增加一个新品种，增强在国际市场的竞争力。采用新型长效流滴膜树脂专用料生产的膜流滴期长，农民由于更换膜的周期延长而节省的原材料成本将产生显著的效益，对我国的经济发展和进步意义重大，社会效益显著。





技术成熟度：

☐ 实验室

☐ 小试

☐ 中试

☒ 样品样机

☐ 产业化

121 3 万吨/年稀土异戊橡胶

项目背景：

异戊橡胶的主要物理机械性能与天然橡胶相近，具有优良的弹性、密封性、耐蠕变性、耐磨性、耐热性和抗撕裂性、抗张强度和伸长率等与天然橡胶接近。异戊橡胶在一定程度上可以替代天然橡胶。我国年耗胶量已达 300 多万吨，居世界首位。然而天然橡胶产量仅为年 50 多万吨。巨大的需求和缺口，使我国近年来年进口的合成橡胶和天然橡胶均达百万吨以上。另一方面，随着近年来我国乙烯工程的不断发展，使得乙烯中的碳五馏分大量富集，而碳五馏分中的异戊二烯又是制备异戊橡胶的原料，我所自主开发的高活性、高立构选择性可溶稀土催化剂，在世界范围内属于领先技术。

技术特点：

我所通过改进催化剂和聚合工艺，在较高聚合温度下(40℃)成功地合成出具有顺式含量高于 96%、相对分子质量分布指数低于 3.0、门尼黏度介于 70~90 的新型高品质稀土异戊橡胶，并将聚合、凝聚等工艺所需能耗降至最低。目前该技术已经建设一条年产 3 万吨的生产线。



技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☒ 中试 ☐ 成熟

122 B1 级电缆护套料

项目简介：

项目背景及创新性

电缆行业是仅次于汽车行业的第二大行业，在人员密集的场所内，采用常规的阻燃电缆已经不能满足安全要求，需要更高阻燃等级的电缆。欧盟和国内的一些标准都对电缆的阻燃性能提出了更高的要求，除了火焰蔓延参数，还有热释放速率、热释放总量、产烟速率、产烟总量等参数，这对开发新型的电缆材料提出了新的挑战。

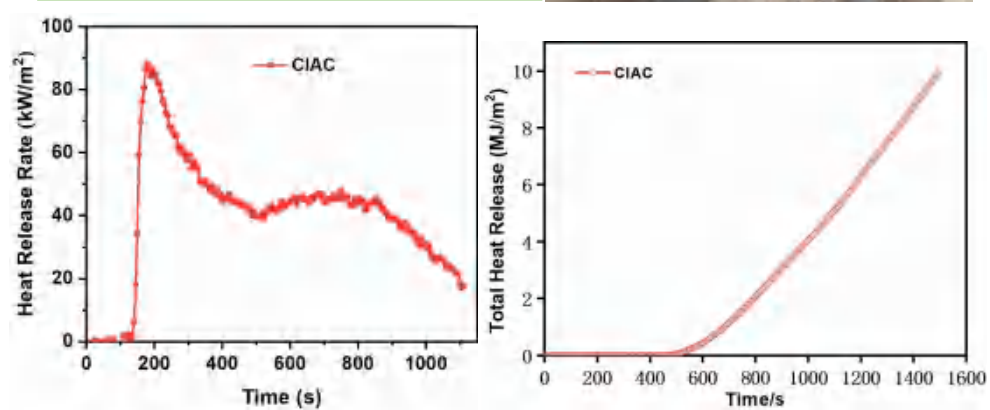
我国 2015 年 9 月 1 日颁布实施的 GB31247—2014 《电缆及光缆燃烧性能分级》修改采用 EN 50575 和 EN 13501-6 标准，规定了 A、B1、B2、B3 等 4 个分级标准。目前国内多家电缆料制造商已研发生产出 B1 级护层材料所解决的问题，但很难达到 d0 级别，或是成本较高。

本技术通过配方筛选及优化，制备出了低成本护套料，不仅可以通过 B1 测试，且燃烧滴落物、烟气毒性及腐蚀性均可以达到最高等级，极具市场竞争力。

技术指标

项目名称	单位	典型值
拉伸强度	MPa	13.7
断裂伸长率	%	165
热老化（100℃*168h）		
拉伸强度变化率	%	+1.5
断裂伸长率变化率	%	-20
耐热冲击试验（130℃*1h/7kg）	—	合格
低温冲击脆化温度（-25℃）	失效数	0/30
20℃体积电阻率	Ω·m	6.4*10 ¹³
介电强度	MV/m	25
氧指数	%	38
烟密度（有焰）	—	90

通过 GB/T 31247-2014 《电缆及光缆燃烧性能分极》，滴落达到 d0 等级。



技术成熟度:

☐ 实验室 ☐ 小试 ☒ 中试 ☐ 样品样机 ☐ 产业化

123 万吨级高熔体强度聚丙烯

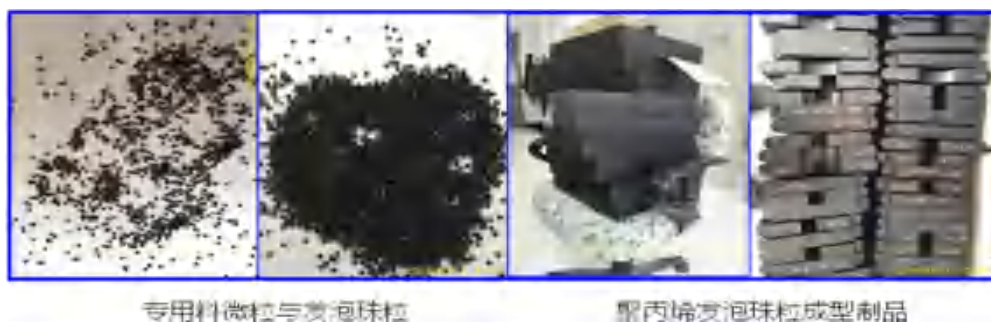
项目背景:

丙烯是目前世界上应用最广，产量增长最快的树脂之一。然而，普通聚丙烯韧性差，熔体强度低，大大限制了其在高端产品中的应用。为克服这一不足，研制高熔体强度聚丙烯成为一种迫切需要和发展趋势，并将显著提高经济效益。

技术特点:

长春应化所利用具有自主知识产权的新型制备技术，研制的 HMSPP 专用树脂具有较高的熔体强度，其拉伸粘度随剪切应力和时间的增加而增加，应变硬化行为明显，可以在热成型、吹塑成膜、挤出涂覆、挤出发泡等方面推广应用。尤其在 PP 挤出发泡材料方面，效果显著，解决了普通聚丙烯难以发泡成型加工的问题。利用制备的高熔体强度聚丙烯成功制备了发泡聚丙烯珠粒以及发泡聚丙烯片材，这类发泡材料的泡孔的闭孔率高，具有质量轻、强度高、成本低的优点，具有优异的综合性能，产品附加值高，可以应用于交通工具、保温、高档包装等领域。

采用长春应化所研发的技术生产的 HMSPP 专用料，在加工性能和力学性能方面，与进口同类产品相当，同时生产成本将大幅度降低。而且，本制备技术完全依托于国内加工设备，生产周期短，能耗低，易于应用推广。



技术成熟度:

☐ 实验室 ☒ 小试 ☐ 中试 ☐ 成熟

124 生物降解材料注塑制品产业化

项目简介:

项目背景及创新性

传统塑料制品尤其是一次性用品使用后直接丢弃成为有害垃圾,污染着环境。随着这些年日益严重的环境问题,环保产品越来越多的受到了人们的关注。从问题的源头着手,往往是解决问题的最好方法,是研发能够在自然环境中可完全生物降解材料制品。可生物降解材料通过堆肥处理能够转化为肥料、二氧化碳和水,直接回归自然环境,之后经过植物再生循环,可以大幅减少废塑料对环境造成的影响。全球塑料产量约 3.59 亿吨,其中生物塑料约占 1%,欧洲是可降解塑料的主要市场, 占全球 55%、亚太地区占全球 25%, 北美需求占 19%。可降解塑料的应用范围不断扩大,包括包装、物流、服装、汽车、农业等领域。生生物降解材料注塑制品在加工过程中,实现速冷速热快速注塑要求。以生物降解材料注塑制品为主针对材料性能要求改性和设计开发成型加工装备,以原料—装备—工艺—制品为主线,实行注塑制品产业化。

技术指标:

注塑专用料熔融指数在 10-20g/10min (190℃, 2.16Kg)

产业化前景预测:

经济效益:

生物降解材料改性后添加适宜的助剂,制成生物降解注塑制品的技术形成一定规模的生产后,其经济效益将十分显著。年产千吨的生物降解材料注塑制品,预计产值 3000 万元,实现利润收入 300-500 万元。

社会效益:

生物降解材料注塑制品技术应用,凭借生产技术的先进性、安全性、环保性,该技术注塑制品相关行业中占有重要优势,一方面可以淘汰工艺落后附加值低的传统加工技术,另一方面推动生物降解材料的制品加工行业的进步。



双螺杆挤出机



注塑机



生物降解注塑笔



生物降解注塑高尔夫球钉

技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☒ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☐ 技术入股 ☒ 技术转让
☒ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

125 二氧化碳基生物降解地膜

项目背景:

PPC 是以二氧化碳与环氧丙烷为原料所生产的一类脂肪族聚碳酸酯, PPC 中二氧化碳的重量含量在 40%以上, 因此是目前成本最低的人工合成生物降解材料。另一方面, PPC 材料具有分子量高, 熔体强度高的优点, 非常适合制备薄膜产品, 同时, PPC 材料是目前阻隔性能最好的生物降解塑料之一, 可用于制备对阻隔性有特殊要求的生物降解制品。二氧化碳基树脂利用二氧化碳作为单体, 因此二氧化碳基塑料是成本最低的生物降解塑料品种之一, 其工业化规模的生产有望突破长期制约生物降解塑料产业发展的高成本瓶颈。另一方面, 我国有发达的玉米发酵制乙醇产业, 利用玉米发酵的二氧化碳后 PPC 是一类生物基材料(生物碳比例近 25%, 未来弱解决环氧丙烷的生物来源问题, 生物炭比例可达 100%)。

技术特点:

长春应化所从 1998 年开始 PPC 的研发, 到 2016 年 6 月已经完成了第三代催化剂技术(高热稳定锌系催化)的研发和中试。所合成的 PPC 的重均分子量超过 50 万, 聚合技术已经从间歇聚合发展到半连续聚合, 且发展了催化剂的低能耗脱除技术; PPC 树脂中仅含锌这类低毒的重金属, 含量在 100ppm 以下, 完全达到欧盟(150ppm)、日本(150ppm)和美国(900ppm)的要求。相关技术获权和申报中国发明专利 8 项, 申报和获权美国专利 2 项。

长春应化所在 PPC 的低成本改性技术上取得了重大突破。在美国销售的 PCO2 产品的第一代改性技术形成于 2011 年, 经过 5 年的快速发展, 长春应化所创新性地发明了基于二氧化碳聚氨酯的系列改性技术(申报和获权中国发明专利 5 项), 制造出高熔体强度的薄膜专用料 WT-100, 可用于制备 0.006mm 地膜, 从而为低成本生物降解树脂提供的核心原料。长春应化所利用 WT-100 制造了的生物降解地膜(申报和获权中国发明专利 4 项), 2014 至 2020 年连续通过了新疆、吉林、山东的千亩级农田试验, 在玉米、西红柿、烟草、大葱等农作物上取得了成功。值得指出的是, BASF、昭和电工等公司的地膜产品的厚度通常在 12 μm 以上, 而地膜的厚度直接决定了其成本, 可以预见 WT-100 在农用地膜领域的先进性和强大的竞争力。

产业化前景预测:

社会效益:

PPC 是二氧化碳与环氧丙烷共聚而生成的生物降解塑料, 是高附加值的环保产品。PPC 具有良好的透明性、生物降解性、高阻隔性(隔氧性), 通过 PPC 的改性, 可以加工成薄膜, 广泛应用于吹塑制品替代农业地膜领域使用的诸多不可

降解的塑料产品，同时其原料的一部分（40%）是造成地球环境恶化的温室气体二氧化碳，可以减少温室气体排放。因此，PPC 是一种极具市场竞争能力的生物降解环保塑料。

经济效益：

全国农用地膜用量超过 140 万吨/年。由于地膜不仅具有农田保温、保墒（或保湿）和增产等功能，而且要求低成本，目前普遍采用的线性低密度聚乙烯地膜尽管价格低廉（厚度一般为 10 μm 以上，每亩铺膜成本 50 元左右），但是这种超薄地膜难以降解且很难回收（回收成本 60 元/亩），地膜残留造成的“白色污染”已经成为我国农田污染的一大公害，严重影响我国的粮食安全，是一个必须解决的“刚性需求”。

为研制生物降解地膜，国内外许多公司近 20 年以来投入了大量人力、物力和财力，德国 BASF 的 Ecoflex (PBAT)、日本昭和的 PBS、广州金发科技的 PBAT 等公司都已经有了地膜应用的报道。不过受限于 PBAT、PBS 的高成本，地膜价格每亩 300 元左右，农户较难承受。更重要的是，由于 PBAT 和 PBS 的阻水保温性能其较差，太阳光下耐老化性差，保墒能力仅为聚乙烯的 1/10，很难达到我国宽广地域和不同季节下的农艺要求，难以象线型低密度聚乙烯那样一种产品包打天下。PPC 且具有最接近 LLDPE 的保温保墒性能，是最适合制备生物降解地膜的材料，每亩铺膜成本可降至 150 元，因此 PPC 生物降解地膜成为最便宜的生物降解地膜。另一方面，随着 PPC 产能的增加，规模效益逐步显现，每亩铺膜成本可降至 120 元左右，在政策的支持与引导下，将形成 10 万吨级生物降解农用地膜产业，不但能够解决农田“白色污染”问题，同时也推进了农用塑料的产业升级，对保证粮食安全具有重要意义。



地膜生产线



实际应用

技术成熟度：

☐ 实验室

☐ 小试

☐ 中试

☐ 样品样机

☒ 产业化

126 重金属污染治理-聚氨基酸金属吸附剂

项目背景:

重金属污染农田问题已经成为全球性问题,由重金属污染引发的环境事件在世界范围内逐步加剧,已经成为威胁人类健康的重大环境问题。随着工业化进程逐步加速,我国环境污染问题愈发严重,其中,农田土壤的重金属污染问题尤为突出。据我国环境保护部和国土资源部联合发布的《全国土壤污染状况调查公报》显示,全国土壤总的点位超标率为 16.1%,其中无机污染物超标点位占全部超标点位的 82.8%,无机污染物主要为镉、镍、铜、砷、汞、铅等。我国受重金属严重污染耕地面积约 3 亿亩,受重金属污染的粮食高达 1200 万吨/年,造成的直接经济损失超过 200 亿元/年。针对目前农田重金属污染治理方法存在的不足,项目组开发了新型聚氨基酸金属吸附剂。该吸附剂具有广谱吸附性能,对包括汞、镉、铅、铬和砷“五毒”在内约 50 余种金属实现高效吸附,而且不受钠、钾、钙等轻金属的干扰。该吸附剂以氨基酸为原料,可生物降解,对环境友好,不会对农田产生二次污染。项目组参加了 2017 年工信部“创客中国”创新创业大赛,“土壤重金属污染治理”参赛项目获得全国决赛创客组十强。并于 2020 年加入吉林省《中央土壤污染防治专项》,将聚氨基酸金属吸附剂应用到土壤重金属污染治理中。聚氨基酸金属吸附剂主要适用于土壤和水体金属治理、医药重金属去除、矿山尾矿处理、贵重金属回收等领域。

技术特点:

本项目研发的聚氨基酸金属吸附剂具有如下优点,(1)吸附性能强:对重金属金属离子强吸附;(2)广谱吸附:对大部分金属都可以吸附,不会受到钾、钙、钠、镁的干扰;(3)回收利用:通过简单的处理可以实现金属吸附剂的回收再利用;(4)无污染:完全采用氨基酸为原料,即便残留在水体或土壤中都会被降解,不会对水体或土壤造成二次污染。(5)该类吸附剂具有很强的耐酸碱性,能够在很宽 pH 窗口下使用。因此,该项目研发的重金属吸附剂材料在废水和土壤处理,以及制药业、中药业等各个领域都具有广阔的应用前景。同时,聚氨基酸金属吸附剂合成工艺简单,对设备要求较低,成本相对低廉,非常适合工业化大规模生产,使得该项技术具有极大的推广前景。

产业化前景预测:

采用氨基酸为原材料制备氨基酸基金属吸附剂为氨基酸行业的发展和产业升级提供一条新的思路，将有可能带动吉林省乃至全国的氨基酸行业的产业升级，促进吉林省经济增长。氨基酸系列金属吸附剂是一种广谱型生物质吸附剂，能够吸附固化所有重金属，且不会受到钾、钙、钠、镁和铝等轻金属的干扰；在使用过程中不会造成农田和农产品的污染。预计在本项目完成后，我国重金属污染农田安全与利用的问题将有可能得到解决，最终实现土壤重金属有效性降低 50%以上，农产品质量达到国家食品卫生标准，彻底解决“镉米”和“汞米”等食品重金属污染问题。



产品照片

使用场景

技术成熟度：

☐实验室 ☐小试 ☐中试 ☒样品样机 ☐产业化

127 生物降解淋膜树脂及其纸塑复合制品

项目背景:

项目背景及创新性:

实现 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和的目标，发展生物降解高分子材料可解决环境保护问题。每年我国消费 500 亿个一次性餐盒、500 亿个纸杯，440 亿包方便面桶，淋膜纸塑制品需求在百万吨以上。国内 PBAT 产能达 200 万吨以上，PLA 产能 20 万吨，比国外价格低，成本在国际上有竞争优势。具有聚乳酸和 PBAT、二氧化碳共聚物的淋膜树脂改性技术以及纸塑复合研究开发经验，具有核心竞争优势。拥有授权发明专利：一种纸塑复合材料及其制备方法，ZL202010953238.1，具有创新性。

技术指标:

1. 淋膜树脂：熔体流动速率： $\geq 4\text{g}/10\text{min}$ ；拉伸强度： $\geq 20\text{MPa}$ ；断裂伸长率： $\geq 200\%$ ；
2. 纸塑复合材料抗剥离强度： $\geq 3.0\text{KN}/25\text{mm}$ ；
3. 淋膜树脂成本： ≤ 16000 元/吨（PBAT 按 12000 元/吨计算）。

产业化前景预测:

实现 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和的目标，发展生物降解高分子材料可解决环境保护问题，符合国家绿色发展政策。每年我国消费 500 亿个一次性餐盒、500 亿个纸杯，440 亿包方便面桶，淋膜纸塑制品需求在百万吨以上。国内 PBAT 产能达 200 万吨以上，PLA 产能 20 万吨，比国外价格低，成本在国际上有竞争优势。

经济效益:

淋膜树脂成本 16000 元/吨，售价按 20000 元/吨，万吨级规模，可创产值 2 亿元，利税 4000 万元。

社会效益:

替代 PP、PS、ABS，节省化石资源，在环境中纸张和生物降解塑料膜同步降解，保护环境，无污染。



淋膜纸杯



方便面纸筒



干果袋



纸塑淋膜生产线

技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☒ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☐ 技术合作 ☒ 技术入股 ☒ 技术转让

☐ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

128 生物降解注塑树脂及其注塑制品

项目背景:

项目背景及创新性:

实现 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和的目标,发展生物降解高分子材料可解决环境保护问题。每年我国消费 500 亿个一次性餐盒、500 亿个纸杯、刀叉勺等,注塑制品质量好,需求在百万吨以上。国内 PLA 生产规模达 20 万吨以上,价格低,成本在国际上有竞争优势。拥有授权发明专利:增韧聚乳酸树脂组合物,ZL201210516813.7,具有创新性。具有聚乳酸注塑树脂改性技术以及注塑成型研究开发经验,具有核心竞争优势。

技术指标:

薄壁注塑树脂技术指标:

熔体流动速率: 大于等于 15 g/10min (2.16Kg, 190℃)

拉伸强度: 大于等于 40MPa

断裂伸长率: 大于等于 10%

热变形温度: 大于等于 75℃

冲击强度: 大于等于 5.0 KJ/m²

产业化前景预测:

实现 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和的目标,发展生物降解高分子材料可解决环境保护问题,符合国家绿色发展政策。每年我国消费 500 亿个一次性餐盒、500 亿个纸杯、刀叉勺等,注塑制品质量好,需求在百万吨以上。国内 PLA 生产规模达 20 万吨以上,价格低,成本在国际上有竞争优势。

经济效益:

经济效益: 注塑树脂成本 20000 元/吨,售价按 24000 元/吨,万吨级规模,可创产值 2.4 亿元,利税 4000 万元。

社会效益:

替代 PP、PS、ABS,节省化石资源,在环境中生物降解,无污染。



餐盘和餐碗



薄壁耐热餐盒



薄壁耐热水杯



耐热勺

技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☒ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☐ 技术合作 ☒ 技术入股 ☒ 技术转让

☐ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

129 生物降解热熔压敏胶

项目背景:

项目背景及创新性:

实现 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和的目标，2025 年快递业也要求使用生物降解胶带，替代非降解胶带，发展生物降解热熔胶可解决环境保护问题。本项目拥有授权发明专利：一种可生物降解压敏胶黏剂及其制备方法，ZL 201810048051.X，具有创新性。首创了直接以乳酸为主要原料合成生物降解压敏胶粘剂的全新合成路线，拥有自主知识产权。

技术指标:

以双拉聚乳酸为基材膜，制备的胶带技术指标：

相对生物降解率：大于等于 91%

持粘力：大于等于 24 小时

180℃ 剥离强度：大于等于 3.5N/cm

产业化前景预测:

主要应用领域：封箱胶带及快递袋，2025 年快递业要求使用生物降解胶带。压敏胶市场需求：92 万吨/年（国内）；快递业业务量：1000 亿件/年；封箱胶带用量：300 亿米/年。本项目使用乳酸作为主要原料，国内乳酸生产规模达 15 万吨以上，价格低，原料成本在国际上有竞争优势。

经济效益:

胶成本 16000 元/吨，售价按 20000 元/吨，万吨级规模，可创产值 2.0 亿元，利税 4000 万元。

社会效益:

替代非降解胶，节省化石资源，在环境中生物降解，无污染。



生物降解胶



中试装置



生物降解检测报告



生物降解检测报告

技术成熟度：

☐实验室 ☐小试 ☐中试 ☒样品样机 ☐产业化

合作方式（可多选）

☐技术合作 ☒技术入股 ☒技术转让
☐技术许可 ☐其他：（请描述）

130 吸油阻燃海绵去除水中有机污染物

项目简介:

项目背景及创新性

近年来,随着现代工业的发展,漏油事故频发和工业有机原料的泄露/排放带来了严重的环境和生态问题。此外,漏油事故通常也有存在着可能发生燃烧或者爆炸的风险,因为原油和大部分的有机溶剂都是高度易燃的,一旦点燃,极端危险。因此,开发一种具有优秀的吸附性能,兼具阻燃性能的吸油材料是必须的,同时也存在着巨大的挑战。

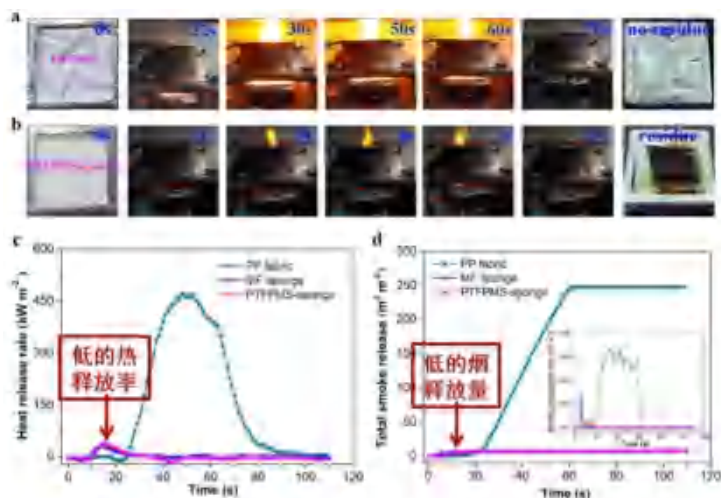
目前虽然很多新型的吸油材料表现出了优秀的吸油性能,且被广泛地研究,但是由于其较高的合成成本和比较复杂的合成过程,并不容易大规模合成,因此其商业化使用就受到了很大的限制。另外,所有这些材料都不具有阻燃的性能。

基于此,我们团队研制了高含氮量的吸油海绵,具有以下特性:

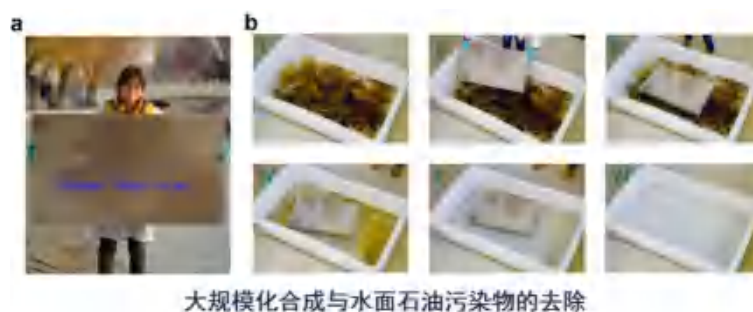
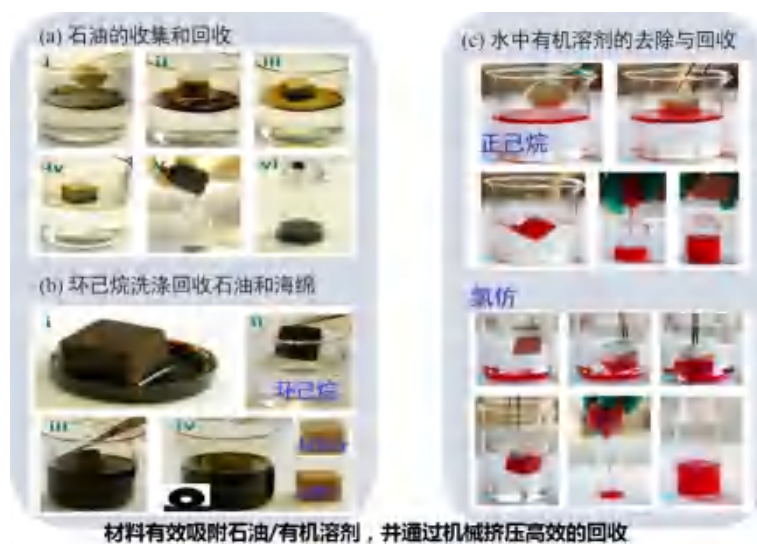
1. 合成简单。通过热气相沉积修饰方法,2小时内快速合成,无需复杂的设备,容易大规模的合成,有利于积极快速响应突发漏油事件;
2. 高的吸附容量。显著高于目前商品化的吸附材料;
3. 高的含氮量保证了其阻燃性能;
4. 重复多次使用。通过机械挤压可高效回收原油/有机溶剂,而海绵可回收利用。

技术指标:

吸油阻燃海绵具有高的吸附容量,能够吸附自身质量的 83-177 倍的有机溶剂, 75.6-90.3%的体积吸附容量,显著高于目前商品化的吸附材料。



1. 材料具有明显的阻燃性能
2. 清理易燃的油类和有机溶剂时,降低发生燃烧和爆炸的风险



技术成熟度：

■实验室 □小试 □中试 □样品样机 □产业化

合作方式（可多选）

■技术合作 □技术入股 □技术转让

□技术许可 □其他：（请描述）

131 高性能 Mg-Al-RE 合金塑性成型构件

项目简介:

项目背景及创新性

针对工程领域镁合金构件的力学性能及减重需求,以及传统镁合金强度较低、耐腐蚀性较差的问题,本项目通过对材料与结构设计的优化,突破稀土镁合金的协同强韧化、精密成型、加工制备及表面处理等关键技术,显著提高了合金的室温高温力学性能。该合金工艺性能优异、成本低廉,已经在导弹军工、轨道交通、电子产品上实现了批量化生产。

技术指标:

1. 力学性能: 室温抗拉强度 $\sigma_b \geq 290$ MPa、屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 220$ MPa; 断后伸长率 $\delta \geq 8\%$;
2. 铸态合金材料密度 $\rho \leq 1.80$ g/cm³;
3. 使用温度 ≥ 200 °C。

产业化前景预测:

通过强化机理研究、工程工艺装备开发、大尺寸构件制备检验等工作的系统整合,实现稀土镁合金材料性能与工程制备技术上的突破。推动高强度稀土镁合金材料在精密构件和大中型结构件的轻量化开辟一条可行、可靠的改进方向,为高性能稀土镁合金的推广应用、为武器、空天、轨道交通等系统的结构材料技术改进奠定坚实的基础。

经济效益:

具有 1000 吨/年的生产能力,可基本满足国内航空航天、轨道交通、导弹军工等领域的需要。

社会效益:

成功应用到多个导弹军工、航空航天、大飞机项目、轨道交通、电子设备部件上。通过应用前述材料成果,满足了在研国家重点型号武器项目的迫切需求、实现了定型与生产,同时扩大了镁合金材料在各工业领域的应用范围,为各单位创造的显著的经济效益,促进了我国镁合金科研生产领域的升级进步。



技术成熟度:

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☒ 产业化

合作方式(可多选)

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☒ 技术转让

☒ 技术许可 ☐ 其他: (请描述)

132 高性能 Mg-Al-RE 合金压力铸造构件

项目简介:

项目背景及创新性

针对现有的 AZ、AM 商用镁合金强度低、高温抗蠕变能力低、耐热性差等问题, 研制混合稀土组分的 Mg-Al-RE 高强耐热压铸镁合金。具有表面活化性能的混合稀土可以形成热稳定性好的针状 $Al_{11}RE_3$ 相, 起到了高温下钉扎晶界的作用, 显著提高了合金的室温高温力学性能。该合金工艺性能优异、成本低廉, 已经在导弹军工、轨道交通、电子产品上实现了批量化生产。

技术指标:

1. 力学性能: 室温抗拉强度: $\sigma_b \geq 280 \text{ MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 200 \text{ MPa}$, $\delta \geq 11\%$;
2. 铸态合金材料密度 $\rho \leq 1.80 \text{ g/cm}^3$;

产业化前景预测:

针对现有的 AZ91 镁合金强度低、高温抗蠕变能力低、耐热性差等问题, 研制出混合稀土改性优化的高强耐热抗蠕变镁合金, 充分利用了现有闲置的稀土资源, 室温/高温性能优于国外的 AZ91。

经济效益:

具有 1000 吨/年的生产能力, 可基本满足国内航空航天、轨道交通、导弹军工等领域的需要。

社会效益:

成功应用到多个导弹军工、航空航天、大飞机项目、轨道交通、电子设备部件上。通过应用前述材料成果, 满足了在研国家重点型号武器项目的迫切需求、实现了定型与生产, 同时扩大了镁合金材料在各工业领域的应用范围, 为各单位创造的显著的经济效益, 促进了我国镁合金科研生产领域的升级进步。





技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☒ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☒ 技术转让

☒ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

133 高性能稀土镁合金大尺寸构件

项目简介:

项目背景及创新性

针对高性能稀土镁合金制备大尺寸构件的工程工艺难点,开发了基于Mg-Gd-Y-Zn-Zr、Mg-Y-Nd-Zr合金的高强材料及其大尺寸构件的制备方法。该材料及匹配的成型工艺克服了铸造工艺性能较差、容易产生疏松和热裂等问题,成功开发出大尺寸铸造坯料(直径 $\geq 500\text{mm}$)及塑性成型坯料制备技术,并成功应用到多个导弹军工及大飞机项目部件上。

该产品用于生产航空航天、导弹等领域用于制备高强轻质结构件、连接件的塑性变形坯料,具有综合性能高、能够生产大尺寸复杂构件、坯料组分均匀缺陷少的特点。

技术指标

力学性能:

室温抗拉强度 $\sigma_b \geq 450\text{ MPa}$ 、屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 400\text{ MPa}$; 断后伸长率 $\delta \geq 5\%$;

铸态合金材料密度 $\rho \leq 1.9\text{ g/cm}^3$;

使用温度 $\geq 200\text{ }^\circ\text{C}$ 。

单件直径 100-800 mm、长度 1000-4000mm;

符合 HB7780、GB/T 4297-2004 规定范围;

稀土组分最高可达 15 wt.%。

产业化前景预测:

镁合金作为最轻的工程结构材料,在交通、航空、军工领域日益受到重视。随着工业系统和材料技术的快速发展,对工程结构材料的力学性能提出了越来越苛刻的要求。本项成果通过调控合金的复杂微观结构,可以明显提高合金的强韧性,有效提高材料的工艺性能,为高性能大尺寸构件的制备和大批量工程化产业应用创造了条件。

经济效益:

具有 1000 吨/年的生产能力,可基本满足国内航空航天、轨道交通、导弹军工等领域的需要。

社会效益：

成功应用到多个导弹军工、航空航天、大飞机项目、轨道交通、电子设备部件上。通过应用前述材料成果，满足了在研国家重点型号武器项目的迫切需求、实现了定型与生产，同时扩大了镁合金材料在各工业领域的应用范围，为各单位创造的显著的经济效益，促进了我国镁合金科研生产领域的升级进步。

**技术成熟度：**

☐实验室 ☐小试 ☐中试 ☐样品样机 ☒产业化

合作方式（可多选）

☒技术合作 ☒技术入股 ☒技术转让
☒技术许可 ☐其他：（请描述）

134 高性能稀土镁合金精密铸造构件

项目简介:

项目背景及创新性

针对高性能稀土镁合金制备大尺寸构件的工程工艺难点,开发了基于Mg-Y-Nd-Zr、Mg-Gd-Y-Zn-Zr合金的高强材料及复杂薄壁构件的精密铸造成型技术。针对高稀土含量镁合金塑性差、成本高、工程化应用困难的弱点,根据多元微合金化高密度形核理论,开发了稀土含量相对较低、力学及工艺性能优越的高强耐热稀土镁合金,在不提高稀土组分总量的条件下,显著提高室温及高温力学性能,并具有同类材料中较好的塑性及工艺性能。

技术指标:

1. 力学性能: 室温抗拉强度 $\sigma_b \geq 300$ MPa、屈服强度 $\sigma_{0.2} \geq 220$ MPa; 断后伸长率 $\delta \geq 3\%$;
2. 铸态合金材料密度 $\rho \leq 1.85$ g/cm³;
3. 使用温度 ≥ 200 °C;
4. 构件壁厚最低为 2.5 mm。

产业化前景预测:

镁合金作为最轻的工程结构材料,在交通、航空、军工领域日益受到重视。随着工业系统和材料技术的快速发展,对工程结构材料的力学性能提出了越来越苛刻的要求。本项成果通过调控合金的复杂微观结构,可以明显提高合金的强韧性,有效提高材料的工艺性能,为高性能大尺寸构件的制备和大批量工程化产业应用创造了条件。

经济效益:

具有 1000 吨/年的生产能力,可基本满足国内航空航天、轨道交通、导弹军工等领域的需要。

社会效益:

成功应用到多个导弹军工、航空航天、大飞机项目、轨道交通、电子设备部件上。通过应用前述材料成果,满足了在研国家重点型号武器项目的迫切需求、实现了定型与生产,同时扩大了镁合金材料在各工业领域的应用范围,为各单位创造的显著的经济效益,促进了我国镁合金科研生产领域的升级进步。



技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☒ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☒ 技术转让

☒ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

135 高品质镁-稀土中间合金

项目简介:

项目背景及创新性

采用长春应化所专利下沉阴极电解技术生产的镁-稀土中间合金产品，覆盖了军工及民用领域的常用稀土种类；能够根据实际生产需要调整稀土组分含量。解决了稀土镁合金生产过程中组分熔点/密度差异大、易偏析的问题，主要用于熔炼应用合金，具有显著提高合金品质、降低杂质含量的优势。

技术指标:

1. 稀土组分：La、Ce、Pr、Nd、Gd、Y、Ho、Er、Yb、Dy 等单一组分及任意多元混合组分；
2. 稀土含量：15-85 wt. %。

产业化前景预测:

稀土作为主要的合金元素或微合金化元素在镁合金研究领域发挥越来越重要的作用。但是稀土镁中间合金还很少有单位供应，造成合金研发中稀土资源的极大浪费，同时也限制了稀土镁合金的研发。我国有丰富的镁和稀土资源，科学的组合利用这两大资源优势，把稀土作为镁合金的一个创新源头，研发系列稀土镁中间合金，为国内外镁合金的研发提供低成本、高性能的稀土镁中间合金，填补国内外在该领域的空白

经济效益:

建成稀土镁中间合金的示范生产线，具有 100 吨/年稀土镁中间合金的生产能力，可基本满足国内外的需要。

社会效益:

围绕制约镁合金扩大应用的若干技术瓶颈，以稀土镁合金材料和加工成型技术为重点，研究开发高性能镁合金及制备技术，突破复杂镁合金铸件与集成应用技术、腐蚀与防护技术等一批前沿核心技术和产业化关键技术，开发以稀土镁合金为材料的工业制品，并在汽车、摩托车、轨道车辆等领域得到应用，同时为航天、航空等领域提供批量、高性能的制品。



技术成熟度:

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☒ 产业化

合作方式 (可多选)

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☒ 技术转让

☒ 技术许可 ☐ 其他: (请描述)

136 稀土硫化物着色剂材料的绿色连续化制备技术

项目简介:

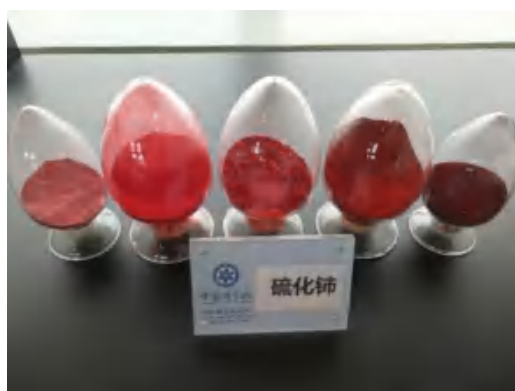
项目背景:

稀土硫化物着色剂因其着色性能优异, 无毒无害等特性, 广泛用于塑料、塑胶、油漆、油墨、皮革等诸多领域, 预计市场需求可达百亿元人民币。由于可以替代目前大量使用的有机颜料和含镉、铅的重金属颜料等不能达到环保要求的着色剂, 稀土着色剂被列入由科技部工信部和环保部在 2016 年联合颁布的《国家鼓励发展的有毒有害原料产品替代品名录》。传统稀土硫化物着色剂的合成是在管式炉内以硫化氢为硫化剂在高温下反应, 工艺复杂、危害度大、成本高, 不能大规模生产, 极大限制了稀土硫化物着色剂的推广使用。

中国科学院长春应用化学研究所研发出基于纯固相反应的稀土硫化物着色剂绿色连续化制备技术, 并与包头稀土中心合作, 在包头开展 10 吨级中试放大实验。经过近一年的设备设计选型与工艺摸索, 在 2016 年 11 月 3 日实现了首批产品下线。该技术开发了温和条件下稀土硫化物着色剂制备新方法, 不使用硫化氢等危险气体, 产量高, 操作简单, 安全可靠。产品使用北方地区稀土库存积压严重的高丰度的镧、铈元素为原料, 满足国家稀土资源平衡利用和替代有毒有害产品重大需求, 对高附加值稀土新材料应用具有重大意义, 推向市场后将产生较大的经济和社会效益。

技术指标:

1. 着色力不小于 100%;
2. 遮盖力不大于 30 g/m^2 ;
3. 耐热性不小于 500°C ;
4. 耐光性 8 级。



技术成熟度:

☐ 实验室 ☐ 小试 ☒ 中试 ☐ 成熟

137 稀土掺杂型车载白光有机发光二极管

项目简介:

项目背景及创新性

有机发光二极管(OLED)具有自发光、超轻、超薄、节能、宽视角、色域广、快响应、制作流程简单以及柔性可折叠等优势,被视为最具有潜力的新一代显示技术和平面艺术照明的代表,在车载照明领域具有重要应用前景。相比于传统的LED点光源,OLED是均匀发光的平面光源,无晃眼、刺眼的缺点,能够有效避免炫光给人眼带来的刺激,更能保证车载安全性。OLED造型灵活且发热低,无需安装散热装置,能有效节省空间和实现轻量化。我国OLED产业起步较晚但发展迅速,近年来多家国内企业连续上马多条OLED生产线,然而,欧美日韩等国家长期把持着OLED领域的专利技术,对我国的OLED产业形成着封锁与压迫。为此,发展全新的器件设计思路及材料体系,构建国际自主知识产权,突破国外公司的专利封锁及技术垄断是目前学术研究及产业发展的当务之急。

本项目拟采用能级能量匹配的稀土配合物作为新型掺杂剂,将其梯度掺杂到载流子传输层及载流子阻挡层,消除界面处电荷累积、稳定载流子复合区间,获得新型高性能白光有机发光二极管。深入研究器件工作机理,重点阐明稀土配合物分子在器件不同功能层的作用,总结稀土配合物能级及三重态能量对载流子分布及能量传递过程的影响,指导器件结构优化和有机光电材料设计合成。本项目的研究能够降低器件工艺难度,提高器件光谱稳定性和车载安全性,为轻量化配置新型高品质车载照明白光OLEDs的设计与优化提供思路,同时有助于加强稀土特色自主知识产权。

技术指标:

(1) 获得新型高性能车载白光有机发光二极管,实现车载照明OLED发光效率的大幅提升,车载白光有机发光二极管的电流效率大于65 cd/A、功率效率大于70 lm/W;

延缓车载OLED的效率衰减,实现车载白光有机发光二极管在大于1000 cd/m²的亮度下,色恢复系数大于85、启亮电压低于3 V,工作寿命超过1万小时;

产业化前景预测:

经济效益:

未来市场前景广阔,推动市场发展的动力主要有:OLED工艺技术的不断完善、造价的不断降低、消费群体的购买力不断提升。粗略估计,2025年前后,


国内照明用白光 OLED 产品的市场总需求量大约 3000 万台套，市场份额将会达到 600 亿元人民币，预计利润 150 亿元人民币。

社会效益：

近年来，汽车产业的电动化和智能化不断深入，智能显示、高端奢华的车灯产品呈现出加速发展的态势。随着行车安全和驾驶环境日益受到关注，轻量化和人性化成为新的技术导向，并推动汽车造型日趋多元化和个性化。OLED 车灯具有轻薄、透明、响应速度快、流明效率高且可塑性等特点，加以其自发光、不发热、驱动电压低的特性可以简化车灯的结构设计及组装，从而 OLED 车载照明可以在工艺方面实现更加灵活的车灯造型，能够呈现出更加夺目的 3D 效果。此外，OLED 不同于 LED 等传统光源，它是一种发光均匀、光照柔和的平面光源，可以有效避免炫光给人眼带来的刺激，能有效提高车载安全性。同时，OLED 光源的颜色和亮度可以实现动态改变，使车灯呈现“流动”的魅力，满足客户高度定制的动态图案设计的需求，更好的体现品牌个性与魅力。

CIAC


稀土敏化OLED面板研发




重要突破：上述设备的研制解决了大面积有机多组分发光均匀性问题，基于所研发稀土敏化OLEDs基元器件，我们设计制作了多种规格OLED面板，所有面板发光均匀，边缘清晰，文字显示清晰，无暗位、无阴影。

CIAC

全自动OLED面板中试型设备研制

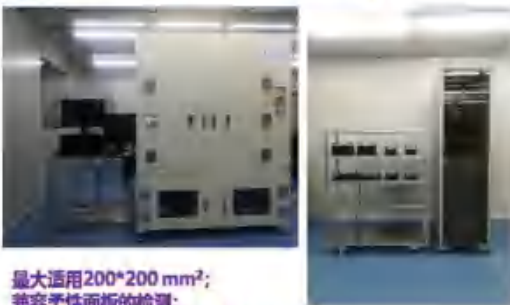


- ① 双工位设计满足需求，载重小于1.0 t/h；
- ② 4个有机腔室，2个金属腔室，1个清洗腔室，1个干燥腔室；
- ③ 有机腔室温度控制精度1.0°±0.1 Pa，12个温度炉；
- ④ 金属腔室温度控制精度5.0°±0.1 Pa，6个温度腔室；
- ⑤ OLED面板最大尺寸200*200 mm²；
- ⑥ 面板厚度1mm，成品均匀性误差小于3%。



CIAC


柔性OLED面板检测设备



最大适用200*200 mm²；
兼容柔性面板的检测；
寿命检测，8个检测通道，四种面板规格。

CIAC

超净间设计建设



中央通道
粗清洗室
中试室
指纹识别、夜视摄像头全覆盖、
三套消防设备

技术成熟度：

☐实验室 ☐小试 ☒中试 ☐样品样机 ☐产业化

138 铈高质化基础材料制备及在 超精密抛光中的应用

项目简介:

项目背景及创新性

项目背景: 精密抛光被列为我国 35 项“卡脖子”技术之一, 氧化铈以其粒度细、化学活性好、研磨能力强和使用寿命长的优点, 广泛应用于光学玻璃、芯片、蓝宝石、LED 行业等制品的抛光中。我国虽然占据世界上 90% 的稀土抛光粉产品份额, 但主要集中在中低端, 部分高精尖技术的瓶颈仍有待于突破, 在超精密领域中抛光材料主要依赖进口, 国产化率低。

创新性: 我们在铈的溶液化学及高品质铈基原材料的分离制备方面具有深厚的理论基础和丰富的实践经验, 首次在工业萃取体系实现了氟碳铈矿分离制备铈基纳米材料。发明了利用液/液萃取体系界面制备多种结构和形貌稀土化合物的新方法, 提出了条件温和、易于规模化制备、尺寸可调控的铈基新材料的制备路线。

技术指标:

高端显示玻璃基板: 抛光粉粉体呈类球形, 体径 $D_{\max} < 6 \mu\text{m}$, 大颗粒数小于 300ppm, 粒径分布 $(D_{90}-D_{10}) / (2D_{50}) < 1$; 纹波度 $W_a < 0.02 \mu\text{m}$, 表面粗糙度 $R_a < 0.01 \mu\text{m}$;

芯片: 纳米氧化铈为球形或类球形, 粒径 60-120 nm, $PDI < 0.2$; 芯片抛光液体系稳定, $Zeta \geq 30 \text{ mV}$, 抛光后 $R_a \leq 2 \text{ nm}$, 无明显的表面缺陷, 氧化硅/氮化硅抛光选择比 ≥ 50 ;

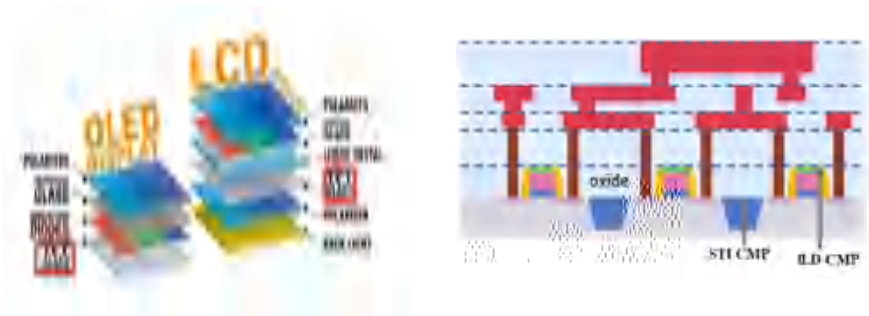
产业化前景预测:

经济效益:

建立吨级抛光材料产业示范产线, 并实现工业化生产。

社会效益:

实现稀土抛光材料在高世代 TFT 和 OLED 玻璃基板等高端显示玻璃基板以及芯片制程中的应用, 打破其在超精密领域中完全依赖进口的局面。



氧化铈抛光材料在高端显示玻璃基板以及芯片 STI 和 ILD 抛光的应用



铈产品分离车间及纳米氧化铈水溶胶

技术成熟度：

☐实验室 ☒小试 ☐中试 ☐样品样机 ☐产业化

合作方式（可多选）

☒技术合作 ☐技术入股 ☒技术转让
☐技术许可 ☐其他：（请描述）

139 稀土元素基核防护材料

项目简介:

项目背景及创新性

目前应用最广泛的核辐射防护材料主要为铅制品,这类防护材料存在防护不全面、毒性大、面料笨重等缺点。因此,开发高性能、低毒性、轻量化的新型核辐射防护材料意义重大。

本课题组开发的稀土元素基核防护材料,是一种经过配比优化的稀土元素基纳米级材料,它具有以下特点:(1) 稀土元素种类多,且具有相对连续分布的质量衰减系数,我们根据该系数的理论分析,优化了核防护材料中多种元素的配比,实现了防护波段的有效调控;(2) 该防护材料为油溶性纳米材料,可在多种有机溶剂中稳定分散,因此容易与当前多种防护材料的制备工艺实现良好的兼容,如与橡胶等的加工工艺相整合,获得橡胶制品;(3) 相比于铅,稀土元素的毒性更低,对人体的危害相对较小;(4) 稀土元素的质量更小,能够降低防护材料的重量,在不影响防护能力的同时实现防护材料的轻量化,提高防护材料的舒适性。

技术指标:

在同等防护能力下,与国产防辐射材料相比,重量降低 70%;面密度 $\leq 2 \text{ kg/m}^2$; X 射线(100kV) $\geq 60\%$; β 射线(Sr-90/Y-90) $\geq 70\%$;电磁防护 $\geq 20 \text{ dB}$ (1 GHz~10 GHz)。

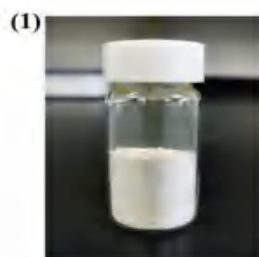


图1: 稀土元素基纳米级材料



图2: 计划研制手套样图

技术成熟度:

☒ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式(可多选)

☒ 技术合作 ☐ 技术入股 ☐ 技术转让

☐ 技术许可 ☐ 其他: (请描述)

140 稀土合金固态储供氢系统及燃料电池应用

项目简介:

项目背景及创新性

我国氢能产业链基础较薄弱,尤其是在氢源的储存、运输、供应等问题,已经成为制约氢能产业发展的关键因素之一。目前,在加氢站建设过程中,其“氢库”问题也限制了其规模化发展应用。高安全固态低压储供氢材料及其储供氢装置技术被认为是加氢站理想的“氢库”解决方案之一。

尽管已报道的固态储氢材料种类繁多,但目前固态储氢材料的开发及应用仍以储氢合金为主,包括 AB_5 、 A_2B_7 和固溶体合金等,但上述合金的储氢容量偏低或放氢条件苛刻。本成果利用丰富而廉价的钒钛资源和轻稀土资源,开发低成本的固态储氢材料体系,并通过与轻金属氢化物和复合氢化物的复合,研发温和条件下高可逆容量且易活化钒钛稀土储氢材料。针对我国地域辽阔、南北温差大的特点,重点拓展了固态储氢合金在宽温条件下 ($-30^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$) 的吸放氢性能;并采用列管式技术,开发了氢容积为 2 Nm^3 、 5 Nm^3 、 10 Nm^3 、 30 Nm^3 的适合宽温域加氢站用固态储氢装置样机。初步集成了固态储供氢&50W 燃料电池发电系统,开展了相应的验证试验。

项目成果可满足我国氢能发展和氢能基础设施建设的重大需求,同时有助于我国优势的高丰度稀土资源的综合利用,促进稀土产业的平衡发展。

技术指标:

材料在 $-30\sim 100^{\circ}\text{C}$ 的广域温区固有可逆储氢容量大于 $180\text{ g H}_2/\text{L}$;可控最大放氢密度 $\geq 6.0\text{ wt. \%}$;复合储氢材料在 $-30\sim 0^{\circ}\text{C}$ 的寒冷温区可逆储氢容量不少于额定容量的 60%。

产业化前景预测:

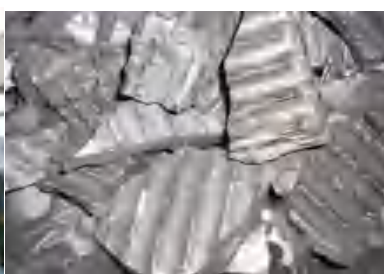
针对储氢合金材料低温和室温可逆放氢容量低的问题,利用元素替代、表面修饰等方法制备和优化复合储氢合金,提高钒钛稀土储氢材料的可逆储氢容量和放氢平台压。进一步复合具有高储氢容量的复合氢化物和轻金属氢化物体系制成新型易活化复合材料;并拓展提高了复合储氢材料的宽温 ($-30\sim 100^{\circ}\text{C}$) 适用性的吸放氢性能,为解决北方地区实际应用需求提供可靠保障。

面向加氢站“氢库”建设需求的低成本高安全固态储氢体系,利用我国优势

的钒钛资源和轻稀土资源，延伸原材料产业链提高附加值；并开发了相应的固态储供氢装置，开展了固态低压固态储氢技术与燃料电池系统相结合的评价工作，有机地论证了材料——器件——发电系统集成中的应用流程，为后续产品走向市场奠定了基础。



百公斤级/炉熔炼炉生产装置



稀土固态储氢合金



列管式固态储供氢装置



固态供氢&燃料电池发电系统

技术成熟度：

☐ 实验室 ☒ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☐ 技术入股 ☐ 技术转让
☐ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

141 百瓦级便携式燃料电池

项目简介:

项目背景:

直接甲醇燃料电池（DMFC）是一种新型的直接将化学能转化为电能的装置，具有安全、系统相对简单、运行方便，能量密度高等优点，在 1000W 之内是最有前景的移动型化学电源。DMFC 非常适合作为中小型化移动式长效电源。

技术特点:

便携式长效直接醇类燃料电池电源系统，控制发电组件工作在最佳效率 95% 以上，负载变化最大负载的 50% 时输出波动小于 10%，运行时间超过 2500 小时，衰减率小于 12%，能量转化效率大于 45%，整体性能达到国际先进的同类产品水平。



产业化前景预测:

与传统电池相比发电时间长，DMFC 一经启动，只需补充必要的甲醇，可连续运行时间可达数千小时，而传统蓄电池充一次电一般只能供电数十分钟至数十小时，需要有外部电源充电；DMFC 不停机即可完成燃料补充工作，而蓄电池一次充电所需时间至少需要 2~5 小时；DMFC 寿命要远远长于需要大电流放电的传统电池，传统电池在其寿命的最后阶段，同功率供电时间只有使用初期的 50% 左右，DMFC 不存在因衰减而不供电的问题。这些特点正是国家经济繁荣和国防的重大而迫切的需求，在移动式长效电源的应用方面，DMFC 技术具有不可替代性和巨大的市场。可以用于移动式应急电源，如应急指挥中心的通讯、照明、数据处理设备的供电，应急救援供电，抢险分队的供电，野外医院和救生供电。

技术成熟度:

☐ 实验室 ☒ 小试 ☐ 中试 ☐ 成熟

142 废旧锂电分离回收新工艺

项目简介:

项目背景及创新性

全球新能源汽车行业发展迅速，目前我国新能源汽车保有量已超过 650 万辆，位居全球第一。新能源汽车的快速发展直接带动了锂离子动力电池（简称锂电池）的急速增长。截止 2022 年我国动力电池装机量突破 500GWh 保持全球领先。锂电池在循环充放电过程中容量会逐渐衰减直至报废，其中含有的镍钴锰、电解液会威胁生态环境和人身健康，还会发生触电、燃爆、腐蚀等安全隐患。在三元锂电池中，锂、钴、镍的含量约为 5%，13%和 15%，而我国缺锂、少钴、乏镍，进口依赖严重。近年锂、钴、镍的价格上涨，尤其碳酸锂从 2020 年的 4-5 万元/吨涨至现在的 60 万元/吨。2012 年国务院制定《节能与新能源汽车产业发展规划》，提出制定动力电池回收利用管理办法，2021 年政府工作报告中强调了“加快建设动力电池回收利用体系”。2022 年《吉林省碳达峰实施方案》明确加快一汽新能源汽车建设，推进退役动力电池等循环利用。2022 年国内锂电池回收总量近 30 万吨，2025 年将达到 45 万吨，产值超过 600 亿元。废旧锂电池的回收是新能源产业的重要环节之一，既能解决环境污染，产生较好的经济效益，又能缓解我国锂、钴、镍资源短缺的局面。同时废旧锂电池中的锂、钴、镍回收比从锂矿和镍矿石中分离提取碳排放平均降低 40%，可助力碳达峰、碳中和目标的实现。

目前废旧锂电池的传统分离工艺过程复杂、能耗高、酸碱消耗大。因此，必须开发新的萃取体系和绿色分离回收新工艺来提高回收效率，降低环境污染。课题组发明的从废旧电池复杂体系中分离和回收利用锂、镍、钴的新分离工艺解决了黑粉浸出液中铝和钙镁等杂质元素对镍钴锰和锂的萃取分离影响严重的技术难题，为镍钴锰共萃取直接制备三元锂电池前驱体提供了新方法。废旧锂电分离回收新工艺的创新点：（1）开发了高效的铜铝萃取除杂新体系 YH213，解决了铝沉淀效率低、夹带造成钴镍和锂损失大等难题；（2）开发了镍钴锰（NCM）共萃新体系 YH214，使 NCM 以一组元素共存的形式与 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 杂质分离，使该萃取体系能够以最低的能耗实现 NCM 的回收。（3）构建了适用于沉锂母液的锂/钠分离新体系 YH216，研发了基于离心萃取设备的提锂新工艺，解决了沉锂母液

回收效率低的难题。

新工艺工艺出口产品灵活多样，可调节性强，实现了从废旧动力电池回收电池生产的闭合循环。2023 年长春应化所在长春北湖新区孵化基地建成一条年处理百吨级废旧锂电中试示范线可以满足 NMC、LFP、LCO 等锂电黑粉浸出、萃取分离和回收利用，是集新萃取体系评估，新工艺开发和生产示范为一体的中试试验平台。

技术指标：

镍钴收率>98%，锂收率>90%。

共萃段反萃液镍钴锰总浓度>90g/L，pH>2，萃余液中 NCM 浓度<1ppm，其他各项指标也均符合电池用硫酸镍（钴、锰）溶液等标准。

产业化前景预测：

经济效益：随着新能源汽车换电模式的推广，汽车制造商可以作为回收主体提前锁定废旧电池来源，实现批量回收，从而提高回收效益。长春一汽正在成为国内新能源汽车的主力军，近期提出 2025 年红旗新能源汽车的销量将超过 50 万量，预计不久将来每年近 25 万吨的废旧锂电池，超百亿的回收市场亟待开发。长春应化所一直致力于面向国家重大需求和国民经济主战场，希望与一汽新能源及其相关企业，长春市政府合作，建立年处理 25 万吨废旧锂电池回收产业园和锂电池回收先进示范线，为一汽新能源汽车产业的可持续发展和促进地方经济快速发展做出积极贡献。新共萃工艺较传统工艺设备投入减少 2/3，生产成本降低 19%，效率高，流程短，具有较明显的经济效益。

社会效益：能够解决大量出现废旧动力电池给城市带来的环境、安全等一系列影响。同时回收的有价元素可以重新制成电池材料，实现循环利用，促进新能源以及汽车行业的健康持续发展。另外，我国在锂、钴、镍等资源方面一直处于短缺的局面，对外依存度超过 80%，而且废旧动力电池中的元素组成与原矿比较，成分相对简单，其分离提取成本也会降低，因此针对废旧动力电池中有价元素的回收可以对我国部分战略资源形成良好的补充，意义重大。



技术成熟度:

☐ 实验室 ☐ 小试 ☒ 中试 ☐ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式 (可多选)

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☒ 技术转让

☒ 技术许可 ☐ 其他:

143 重稀土分离新工艺制备高纯氧化镧

项目简介:

项目背景及创新性

南方离子型稀土矿配分齐全,主要以中重稀土为主,富含功能材料所需的镧、铈、镨、铈、钆、铽、镱等中重稀土元素,是我国特有的战略资源。针对南方离子型矿重稀土分离工艺中存在重稀土分离效率低、反萃不完全、制备重稀土高纯化产品难等关键技术问题。近年来,长春应化所开拓了具有自主知识产权的 P507-异辛醇混合体系分离重稀土的新体系(专利号: ZL 200510016682.6),多家重稀土分离骨干企业建立了 P507(2-乙基己基膦酸单 2-乙基己基酯)-ROH(异辛醇)混合体系分离重稀土生产线,实现了高纯氧化镧等重稀土产品的规模化制备,然而随着企业生产线的长期运转,遇到了混合体系含量快速分析、萃取级数和酸度调控等亟待解决的关键技术问题。混合体系循环使用时 ROH 含量的现场快速测定直接关系到企业生产效率和产品的质量,是考量分离体系实用性关键指标之一。针对企业的技术需求和技术难题,该项目根据 ROH 和萃取剂含量与萃取率线性关系,建立了混合体系含量现场快速分析方法(专利号: ZL 201710788284.9),为 P507-ROH 体系重稀土分离工艺的长期稳定运行提供了技术保障。在 P507-ROH 体系萃取重稀土动力学研究基础上,提出了非平衡态萃取级数补偿技术分离重稀土新模式,在工业实践中得到充分验证,提高了重稀土生产效率。通过 P507-ROH 体系镧镨交换的热力学研究,发现了镧镨交换过程中水相酸度的调控区域,通过控制酸度范围实现了镧镨的高效分离(专利号: ZL 201710788312.7),为降低重稀土分离级数提供优化工艺设计方案。

技术指标:

- (1) 反萃酸度 $<5\text{M}$,反萃完全,出口有机相可直接循环使用;
- (2) 无乳化等界面现象,萃取过程平稳正常;
- (3) 氧化镧产品纯度 $>5\text{N}$,满足闪烁晶体的要求。

产业化前景预测:

经济效益:

以年处理 3000 吨南方离子型稀土分离生产线为例,可年生产 10 吨 5N 氧化镧,预计可产生 4000 万元经济效益。

社会效益：

氧化镧产品已成为正电子发射断层成像（PET）制造的核心关键材料，成为支撑重稀土分离企业可持续发展的关键产品。该技术推动了江西赣南、福建闽西等原中央苏区的稀土产业结构调整 and 转型升级的发展，促进了我国重稀土材料及其应用领域战略新兴产业的发展，为我国在高性能医疗器械领域 PET 实现“中国制造”做出重要贡献。



氧化镧分离中试线(江西金世纪)



氧化镧分离车间(龙南有色)



重稀土分离车间(金龙稀土)



氧化镧（5N）

技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☐ 样品样机 ☒ 产业化

合作方式（可多选）

☐ 技术合作 ☒ 技术入股 ☐ 技术转让

☐ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

144 包头矿稀土清洁冶金新工艺

项目简介:

项目背景及创新性

我国的轻稀土矿资源储量巨大,其中比较典型的是包头稀土精矿以及四川的氟碳铈矿,包头矿属氟碳铈矿(约占75%)和独居石混合型矿。我国包头稀土资源居世界首位,其工业储量占全世界的23%,全国的80%以上。四川攀西氟碳铈矿是我国第二大稀土资源。这些矿中除稀土外,还含0.2-0.3%的钍和6-8%的氟,此外包头矿中还有4~6%的磷。其中钍是非常宝贵的未来能源,氟化物是用途及其广泛的化工原料。自1980年以来,包头矿的冶炼技术主要采用浓硫酸强化焙烧工艺,因流程短、成本低对稀土工业做出重大贡献,但该工艺无法回收钍、氟和磷,所产生的含氟、硫废气和含钍放射性废渣等以末端方式治理,成本高,难以满足《稀土工业污染物排放标准》,以及即将公布实施的《稀土工业含放射性废渣处理处置规范》的要求制定。四川氟碳铈矿采用氧化焙烧-盐酸优溶工艺,产生大量铈富集物中间产品,导致铈资源利用率低,伴生钍和氟未利用,造成资源浪费和环境污染。1995年以来,按照平均年处理1万吨稀土氧化物(REO)计,约700-800吨钍流失在废渣中。两种轻稀土矿资源的共同之处在于都含有稀土和伴生资源F和Th,如何能够做到高效回收有价元素RE的同时,还能实现F和Th的回收,避免引起资源浪费和环境污染问题真正实现源头减排成为了轻稀土矿资源工艺的主要出发点。

为进一步发展和完善包头矿和四川氟碳铈矿的清洁冶金工艺,我们利用铈的变价和络合效应可以回收铈、氟和磷的新思路,结合提钍废渣中衰变子体可在有效时间内可完全衰变的规律,提出了包头矿清洁冶金的新工艺,通过氧化焙烧-浓硫酸低温焙烧法有效分解包头稀土精矿(ZL201711464923.2),得到的一个硫酸浸出液进行Ce(IV)、F、P和Th的回收(ZL2015105727.4)。四川氟碳铈矿的处理工艺是将富铈的优溶渣进行水洗-硫酸浸出,然后高效萃取分离Ce(IV)和F、Th(IV)。通过Ce(IV)、F、P、Th的高效回收,真正意义上做到资源综合利用,同时避免环境污染,实现源头减排,消除放射性的目的。

技术指标:

主要技术指标:

(1)新萃取体系萃取性能与Cyanex923®相当,国产化后成本低于进口产品,低于现有价格的50%;

(2) REO 回收率>90%, ThO_2 回收率>90%, 氟回收率>90% (磷回收率>90%), 稀土产品中 $\text{ThO}_2/\text{REO}<n\times 10^{-6}$;

(3) 与现有处理工艺相比, 新工艺将实现放射性废渣源头减排, 渣量降至 15%-25%, “三废” 排放满足《稀土工业污染物排放标准》。

预期产品为氟化铈和氧化铈, 产品相对纯度分别大于 5N 和 4N, 稀土产品中 $\text{ThO}_2/\text{REO}<n\times 10^{-6}$ 。

预期产品为氧化钍, 产品相对纯度大于 90%。

产业化前景预测:

经济效益: 预计每年可生产千吨铈产品 (氟化铈和氧化铈), 每年可为企业新增产值 2000 万元。

社会效益: 实现了包头矿中钍、氟、磷、稀土等元素的回收, 解决了冶炼尾渣的放射性问题, 提高了资源利用率, 三废排放减少, 对环境污染减小。



技术成熟度:

☐ 实验室 ☐ 小试 ☒ 中试 ☐ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式 (可多选)

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☐ 技术转让

☐ 技术许可 ☐ 其他: (请描述)

145 电镀废水的重金属回收技术和综合处理

项目简介:

项目背景及创新性

环境保护是我国的基本国策。我国大量涉重金属企业长期以来一直缺乏经济有效的含重金属废水处理与回收措施,导致大量重金属进入我国水体、土壤,造成严重污染。对人体的健康、工业生产、农作物生产等产生许多危害和不良影响,其中金属离子污染的危害性较为突出,对人类有较大毒性的重金属离子如铅、砷、镉、六价铬、汞等即使痕量存在也能引起严重的后果,这些自然界不能降解的重金属,在环境中的起始浓度并不高,并与有机污染物的自净作用相反,重金属污染物无法通过降解作用自净,但可以通过生物食物链富集。在这一过程中,难分解易残留的重金属若通过食物进入人体内,能在人体的某一部位积累,使人慢性中毒,极难医治,极大地危害着人体健康和环境安全。此外,对工业废水中的贵重金属若不能回收利用,又造成经济损失和资源浪费。因此重金属污染受到了国家和相关部委的高度重视。其中电镀行业在重金属污染方面的问题尤为突出。

本项目围绕电镀行业含铬废水处理工艺的关键技术问题,发明了新型 N-甲基咪唑结构的大孔强碱性阴离子交换树脂及电镀废水重金属回收工艺。该树脂与传统 D201 和 D301 等阴离子交换树脂相比,具有良好的物理和化学稳定性,较高的选择性, pH 使用范围宽,吸附速率快,吸附容量大,容易再生,重复利用效果好等特点。新型树脂已经实现百升级别规模化制备,工艺路线简单易操作,安全稳定,在国际上属首次报道,具有原创新。

在中科院 STS 项目支持下,在浙江温州建成了日处理 20~30 吨电镀废水重金属回收和综合处理集成装置回收示范线,并稳定运行,原水 Cr(VI) 浓度超过 6000 mg/L,出水 Cr(VI) 等重金属含量达到《电镀污染物排放标准》(GB 21900-2008),回收的铬可再次资源化,重新回到电镀生产线中试用。在为企业节省了排污费的同时,既节省了原料铬酐的投入,也减少了因化学沉淀法产生的大量含铬污泥,节省了危废处置费用,一举多得,综合效益明显。为电镀废水无害化治理和资源综合利用提供技术支撑。

同时针对电镀废水中的镍、铜、铅等其他重金属元素开发了一系列新材料、新技术、新方法等,为电镀废水重金属的综合处理回收奠定了良好的研发基础和

技术储备。

相关成果发表文章 14 篇，其中综述 2 篇，申请专利 9 项，授权 8 项。

技术指标：

(1) 氯型 N—甲基咪唑官能团化强碱性阴离子交换树脂（记作 PC1 型树脂）全交换容量达 3.5mmol/g(干)，与商业 D201 型树脂相比，新型树脂抗氧化率和耐酸碱性能交换容量损失率平均低 10%。(2) 电镀废水经过工艺处理后的 Cr(VI) 含量低于 0.1 mg/L，符合《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008)。

产业化前景预测：

经济效益：以日产生 20m³（浓度 6g/l）电镀含铬废水计算，采用该技术直接投资 70 万元，运行费用每年约 50 万元，按照回收 90%的 Cr(VI)，每年回收的铬资源约 62 吨（铬酐计），直接经济价值约 120 万元，另外节省污泥处置费用约 50 万元，综合经济效益约 50 万元/年，若推广至全国，每年可带来数十亿的经济效益。

社会效益：

该技术可减少电镀含铬废水和含铬固体危废排放量减少达 90%，大大减轻了重金属尤其是 Cr(VI) 对环境和人体健康的危害。同时回收的铬资源可实现循环利用，能够在一定程度上缓解我国对铬资源大量依赖进口的局面。相关技术可以带动周边材料及设备的产业发展，促进就业。该技术完全符合当前国家对环境保护和可持续发展的政策和理念，应用前景巨大。



含咪唑结构大孔强碱性阴离子交换树脂



离子交换设备



蒸发浓缩设备



电镀废水处理前（左）、后（右）图片

技术成熟度：

☐ 实验室 ☐ 小试 ☒ 中试 ☐ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☒ 技术入股 ☐ 技术转让

☐ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

146 爽滑剂

项目简介：

项目背景及创新性

产品融合了有机硅优异的表面平滑性能以及丙烯酸酯树脂优异的相溶性的合成树脂，对于各种各样的树脂赋予其平滑性，并且效果能够持久。

(1) 有机硅疏水性高，传统乳液聚合无法实现，无法形成胶束成核方式；限制了高有机硅含量的树脂制备。

(2) 有机硅空间位阻大，与丙烯酸酯共聚很难实现高有机硅含量制备。

通过调控乳液聚合方式、聚合工艺及单体组成。实现有机硅含量 30-70%可调控性。

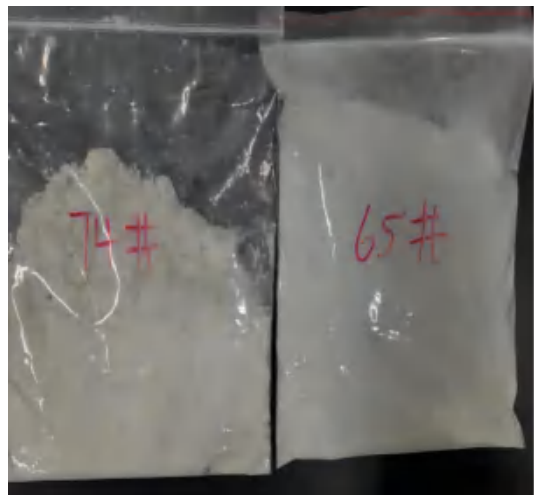
技术指标：

样品	耐磨性	静摩擦系数	动摩擦系数	雾度值	接触角
聚氨酯	500	1.37	0.87	0.10	73
改性树脂	> 14000	0.89	0.53	16.00	76

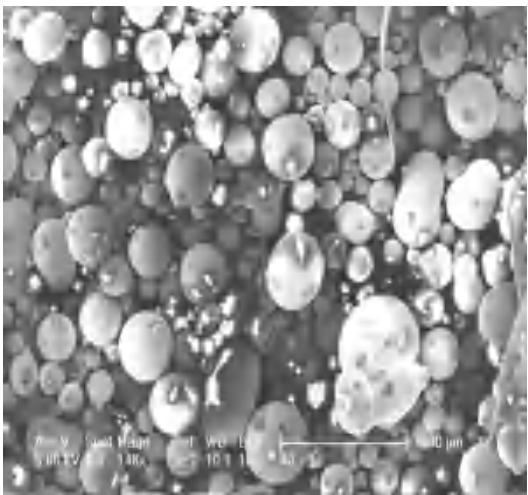
产业化前景预测：

经济效益：每年产出 1500 万，利润为 500-700 万。

社会效益：产品国产化替代，促进合成皮革领域快速发展。



不同有机硅含量的爽滑剂 70% (74#) 和 50% (65#)



SEM 照片



涂覆皮革表面透明性



中试设备

技术成熟度:

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☒ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式 (可多选)

☐ 技术合作 ☐ 技术入股 ☒ 技术转让

☐ 技术许可 ☒ 其他: 供货

147 SDHI 类杀菌剂-啶酰菌胺高效绿色合成新工艺

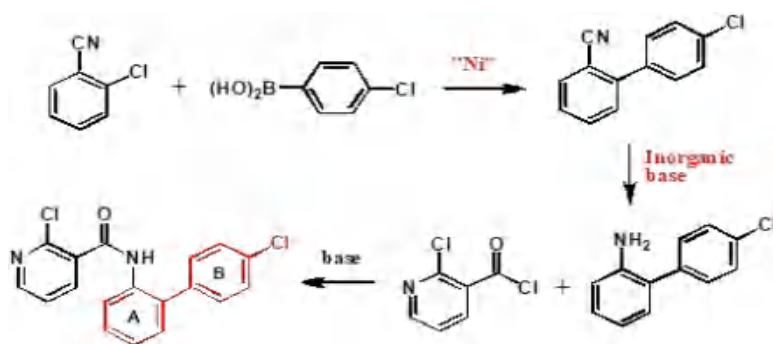
项目简介:

项目背景:

啶酰菌胺是由德国巴斯夫公司开发的新型烟酰胺类内吸性杀菌剂,其通用名为 Boscalid,具有广谱的杀菌性,几乎对所有类型的真菌病害都有活性,尤其对防治白粉病、灰霉病、菌核病和各种腐烂病等非常有效。由于其良好的应用性和持效性,啶酰菌胺得到了广泛的重视。至 2007 年已经取得 50 多个国家用于 100 种作物防治 80 种病害的登记。

技术特点:

本课题开发了一条采用廉价易得的原料,经 Suzuki 偶联反应及相对无污染的后续反应合成啶酰菌胺的新路线,已成功地完成了小试研究。与巴斯夫的合成工艺相比较,我们使用了廉价易得的镍系催化剂代替了昂贵的钯催化剂,同时避免了因硝基还原而产生的环境污染及成本增加,具有生产成本低,对环境比较友好,污染小的优点。



技术成熟度:

☐ 实验室 ☒ 小试 ☐ 中试 ☐ 成熟

148 多维度小规模人工智能配方设计系统

项目简介:

项目背景及创新性

材料的评价需要综合考虑多个性能指标，需要均衡的考虑各个性能指标，在使一个性能满足要求时，不能过于牺牲其他性能。高分子相对于金属和陶瓷材料最大的特点是高分子体系存在多尺度结构，在动态过程中存在不同时间尺度的弛豫时间。通过调控加工过程，高分子体系可以被锁定在特定的非平衡状态，展现出优异的性能。因此，对于以橡胶材料为代表的高分子材料而言，材料加工过程将会严重影响材料性能；即使对于同一配方，不同的加工过程会改变最终制品的性能。

本项目解决了现有技术中基于试错法确定的橡胶材料配方依赖经验传承的积累并且存在成本巨大，耗时严重，效果不佳且严重依赖于配方设计人员水平等一系列问题，提供一种材料配方设计及性能预测的低成本、高效率、低使用门槛的方法。

技术指标:

利用机器学习算法程序准确预测橡胶材料 5 个性能指标，预测准确度 85% 以上。

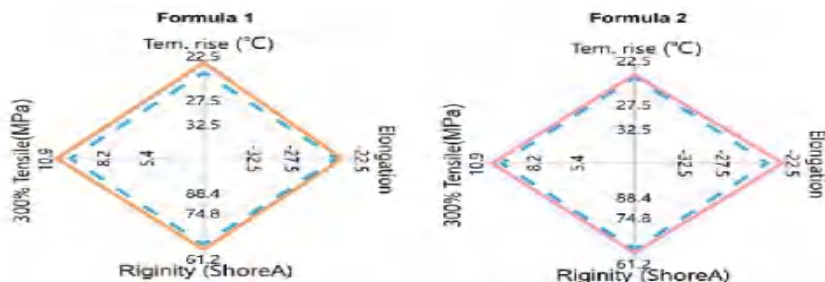
产业化前景预测:

经济效益:

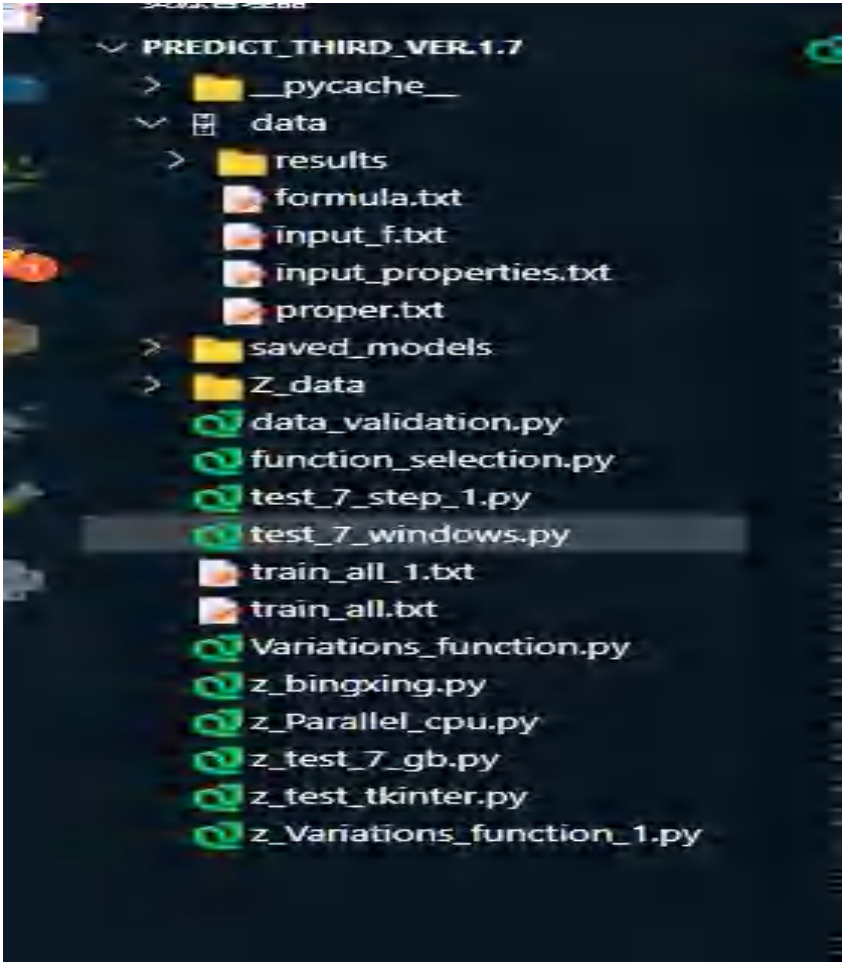
解决高分子材料性能预测及配方设计消耗成本巨大的难题，在短时间内获得实际应用所需的高分子橡胶材料，大量减少实验消耗，节省经济和时间成本。

社会效益:

项目发展材料性能预测及配方设计理念方法，可用于橡胶、塑料、纤维等多种高分子材料，推动高分子材料性能快速优化，将会是高分子材料设计领域的巨大进步。



预测配方的验证有效性



程序的代码



程序界面

技术成熟度:

☐ 实验室 ☐ 小试 ☐ 中试 ☒ 样品样机 ☐ 产业化

合作方式（可多选）

☒ 技术合作 ☐ 技术入股 ☐ 技术转让

☒ 技术许可 ☐ 其他：（请描述）

中国科学院 上海光学精密机械 研究所

149 高附加值储能材料

该项目属新材料和可再生能源领域，致力为汽车，储能电站用的锂离子电池、钠离子电池和超级电容器提供更高性能的电极材料，服务于国家清洁能源和“碳达峰、碳中和”战略。该项目针对当目前储能与碳材料制备成本高昂、高端碳材料大量依赖进口、储能性能欠佳等挑战问题，与英国牛津大学等单位合作，采用钨钼矿、生物质和石化废料等低成本原料材料，结合碳材料激光化学转化、孔结构精准调控和低成本宏量制备等先进技术，开发出具有高电导率、高比表面积和高电化学活性的新型高附加值出能用碳材料，用于超级电容器，锂离子电池和钠离子电池。

该新型碳材料较市场上现有的碳材料相比，具有石墨化程度高，成本更低等突出优势，有效实现进口替代和降本增效，有望在储能、电子、热管理和节能环保等领域大规模应用。



图 1. 高附加值碳材料照片

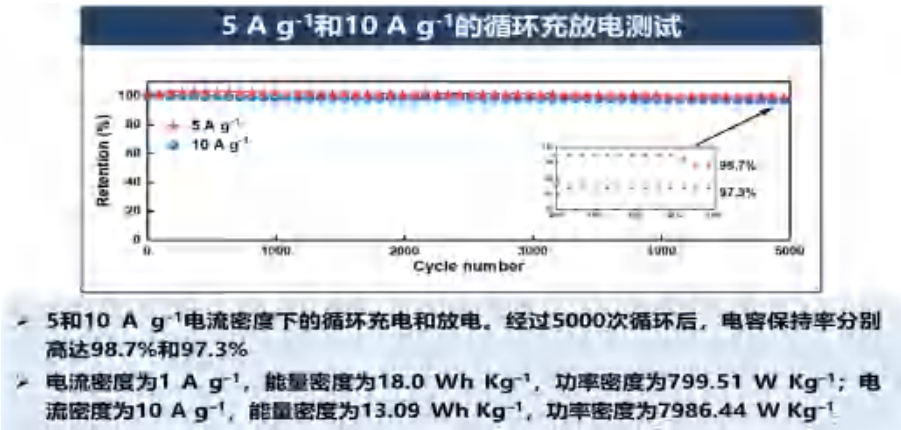


图 2. 高附加值材料电化学储能特性曲线和数据

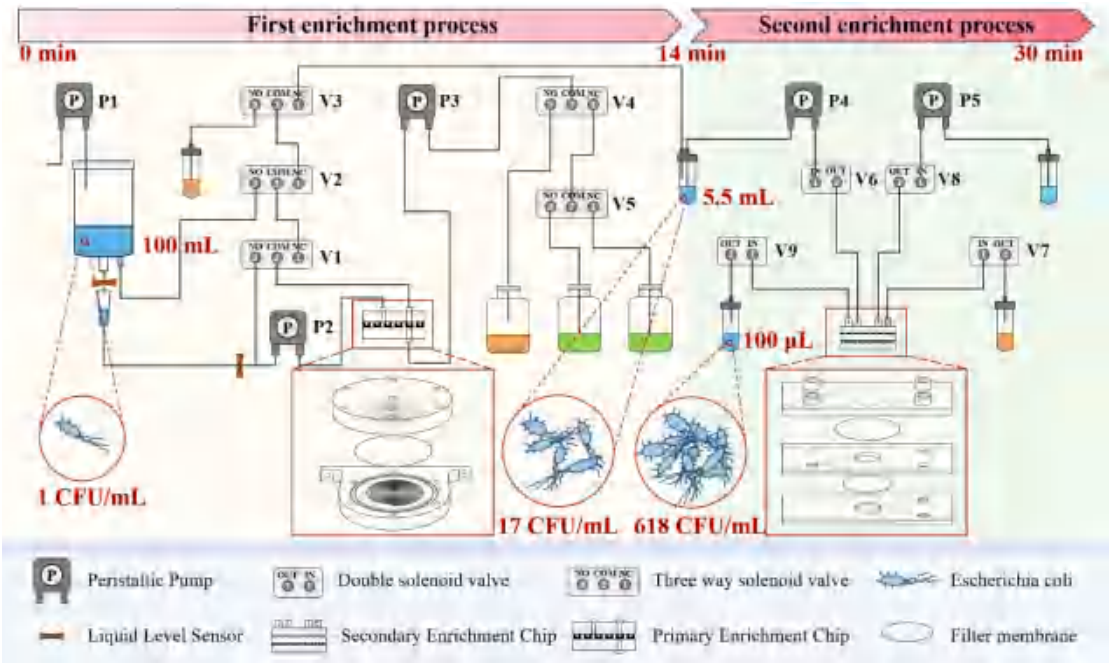
中国科学院 上海微系统与 信息技术研究所

150 基于微流控芯片的大肠杆菌检测仪器

一、科技成果介绍

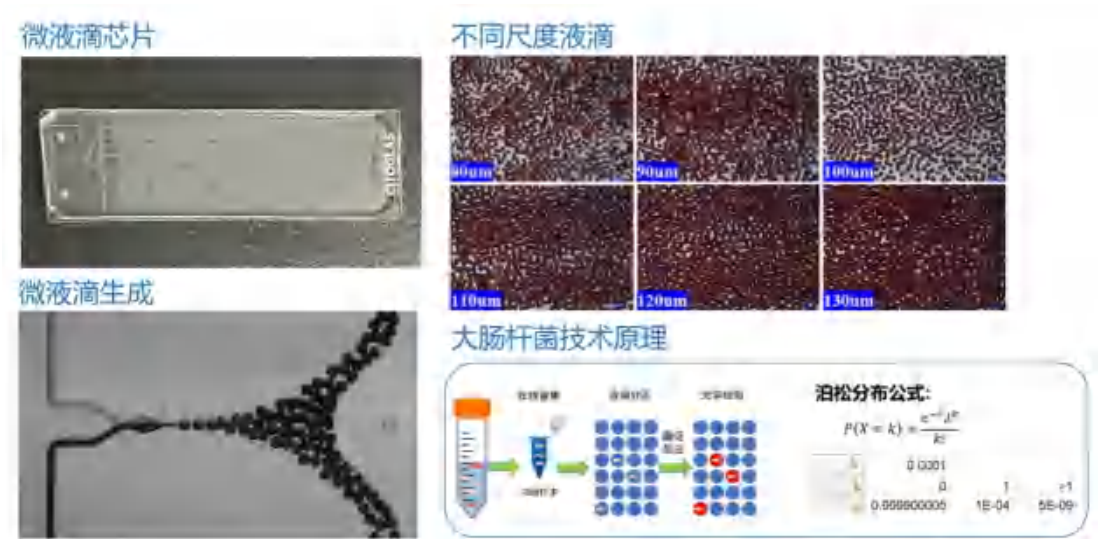
1、多物理场耦合富集技术

为了实现较低浓度大肠杆菌的灵敏快速检测，该富集系统设计了两个富集模块来实现大体积水样的快速富集。该系统设计了螺旋流道，使其产生 dean 流，为侧向冲洗滤膜上的大肠杆菌提供了额外的动力，还设计了双层滤膜结构，在过滤杂质的同时实现大肠杆菌的富集。使用 E. coli 0157:H7 对富集系统进行测试，在实验室条件下一次回收率和二次回收率分别能达到 92%和 68%。



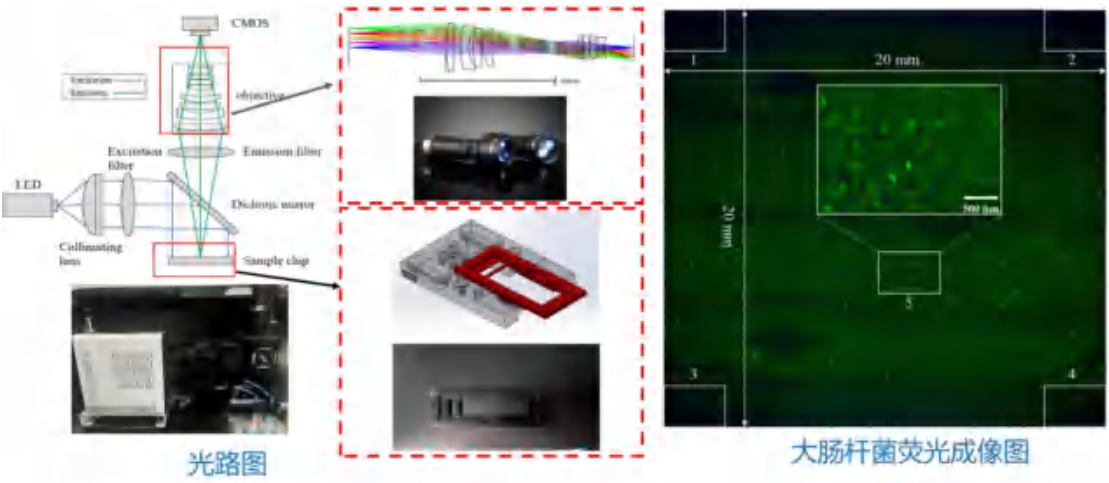
2、微流控芯片技术

液滴微流控芯片可以产生高通量的微米级液滴。该装置使用可提供持续稳定压力的恒压泵驱动样品和油相。通过改变泵的压力来调节液滴大小和液滴通量，可以获得直径为 80–150 μm 的液滴。根据约 10000 个液滴的直径统计，液滴的平均直径为 99.4 μm ，标准偏差为 0.8。也就是说，变异系数（标准偏差与平均值之比）为 2.85%，表明液滴直径的均匀性良好。



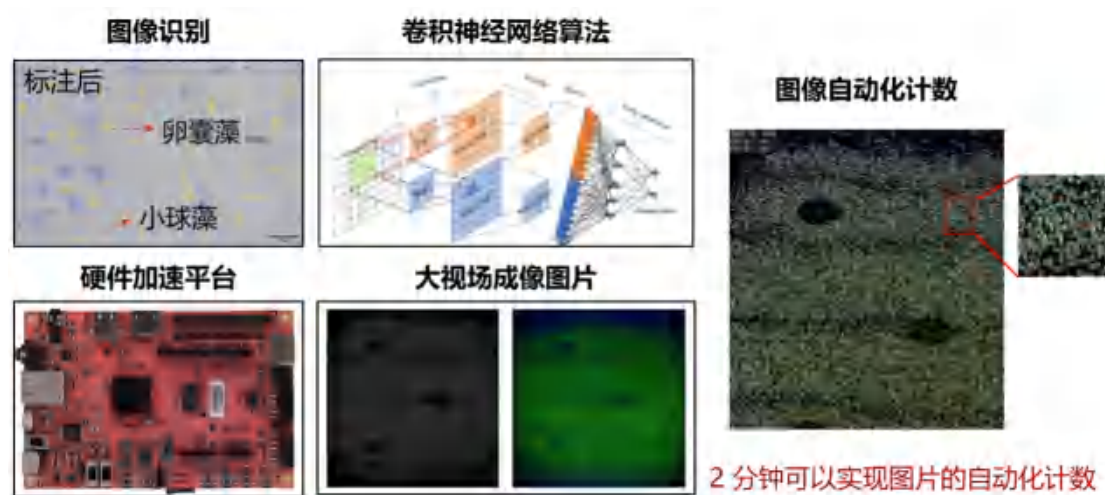
3、大视场高灵敏检测技术

开发了一套高精度的荧光成像系统，采用共聚焦型反射式荧光系统，该系统具备超大视场(17.8 mm×17.8 mm)和高分辨率(20 μm)，能够在 10 秒内完成 30000 个液滴的快速成像，可显著提升检测效率和自动化水平。



4、基于 FPGA 的快速实时大肠杆菌图像识别技术

因此本项目中采用的工控机具备 4G 网络通讯功能，可将测试结果远程传输至服务器。此外，该工控机可提供基于 10.1 寸触摸屏的人机交互界面，实现对检测仪的运行控制、参数配置及状态和报警信息显示。结合上述需求，该工控机软件基于 ubuntu 20.04 系统开发，ubuntu 是一个以桌面应用为主的 Linux 发行版操作系统，具有极高的稳定性及安全性。人机交互界面在 QT5.15.2 下采用 C++ 开发，具有良好的跨平台特性及丰富的功能组件。



二、成果产出（专利、论文、标准、奖励等）

1) 专利：

（1）冯世伦、苏丹凤、刘博、赵建龙，一种用于大肠杆菌检测的双重液滴微流控芯片及其应用，发明专利，申请号：202310999538.7；

（2）冯世伦、何冰欢、高则航、赵建龙，一种基于高通量液滴的水中大肠杆菌灵敏检测的装置及方法，发明专利，申请号：2023110362347；

（3）冯世伦、张旭、张恩嘉、马阳泽、赵建龙，一种基于微流控的大视场荧光检测光学系统，发明专利，申请号：2023110362243；

（4）冯世伦、龚鹏飞、高则航、赵建龙，一种快速富集水中细菌的系统及方法，发明专利，申请号：2023110362084；

（5）冯世伦、何冰欢、高则航、赵建龙，一种水中大肠杆菌高倍浓缩和灵敏检测的系统及其应用，发明专利，申请号：2023110362031；

（6）冯世伦、龚鹏飞、蔡杲哲、赵建龙，一种集水中大肠杆菌富集和大肠杆菌检测于一体的系统及其应用，发明专利，申请号：202311036172X；

（7）冯世伦、张旭、许国浩、高则航、赵建龙，一种微流控检测装置，发明专利，申请号：2023109995279；

（8）冯世伦、蔡杲哲、赵建龙，一种用于病原菌快速检测的滑动微流控芯片，发明专利，申请号：2022110643717（已授权）。

2) 论文：

（1）Gao Z, Jin L, Jia C, et al. A droplet digital PCR chip with passive bubble removal for absolute nucleic acid quantification[J]. Sensors and Actuators B: Chemical, 2023: 134109.

（2）Hu H, Cai G, Gao Z, et al. A microfluidic immunosensor for

automatic detection of carcinoembryonic antigen based on immunomagnetic separation and droplet arrays[J]. *Analyst*, 2023, 148(9): 1939–1947.

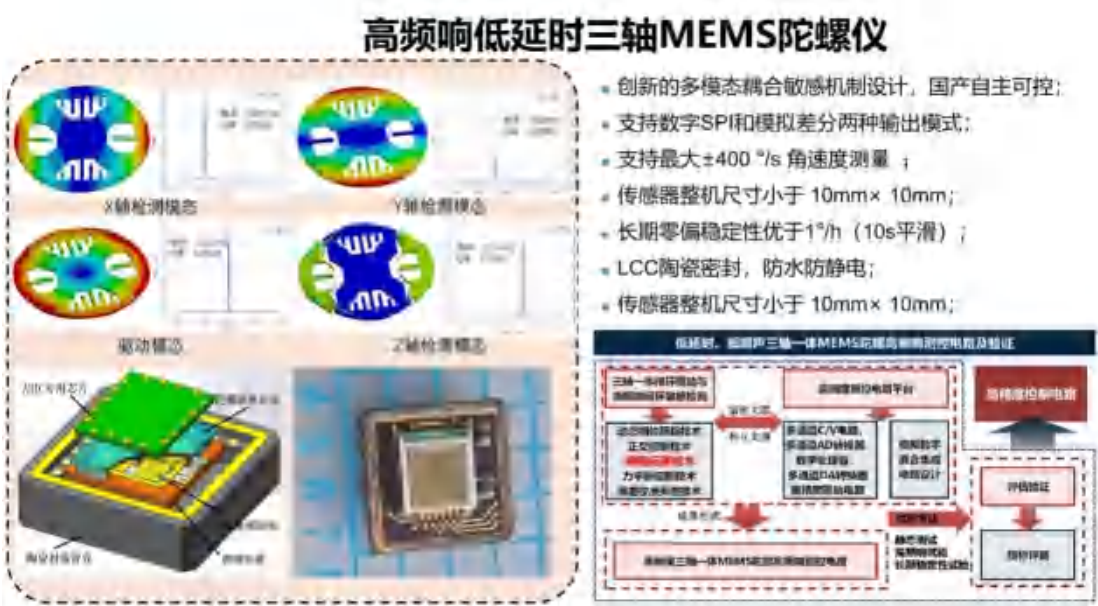
(3) Lin W, Yuan L, Gao Z, et al. An integrated sample-to-answer SERS platform for multiplex phenotyping of extracellular vesicles[J]. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2023, 394: 134355.

(4) Ma C, Sun Y, Huang Y, et al. On-Chip Nucleic Acid Purification Followed by ddPCR for SARS-CoV-2 Detection[J]. *Biosensors*, 2023, 13(5): 517.

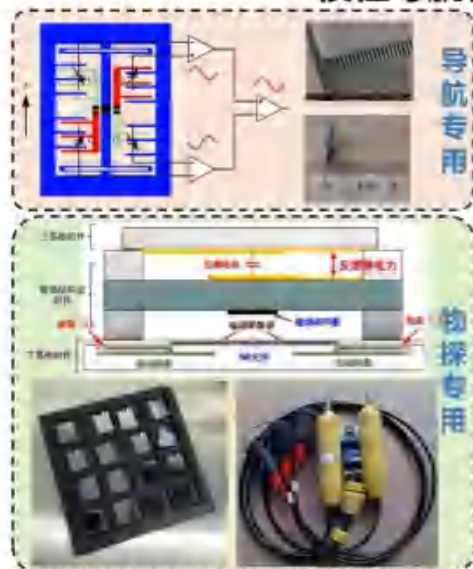
(5) Wu M, Huang Y, Huang Y, et al. Droplet magnetic-controlled microfluidic chip integrated nucleic acid extraction and amplification for the detection of pathogens and tumor mutation sites[J]. *Analytica Chimica Acta*, 2023: 341469.

151 单芯片三轴一体高频响 MEMS 陀螺仪 及其产业化技术

在多项国家科技计划和上海市科委、经信委等项目资助下，中科院上海微系统所项目团队产学研用相结合，聚焦限制高性能 MEMS 陀螺和系统研制与应用的核心瓶颈技术，以 MEMS 陀螺芯片、电路控制、系统应用为任务主线，历经多年攻关，突破了一系列关键技术，大幅提升了国产 MEMS 陀螺及其惯性测量系统的技术水平。基于国产高性能 MEMS 陀螺仪裸片及其八英寸 MEMS 工艺，研制了高性能 MEMS 陀螺及一系列惯性测量系统，产品性能达到了导航级，荣获上海市 2023 年科技进步二等奖。



惯性导航和物探专用MEMS加速度计



- MEMS芯片和ASIC芯片国产化自主可控;
- 支持最大 $\pm 10g$ 范围的高精度加速度测量;
- 长时零偏稳定性低至 $5\mu g$, 非线性 $< 0.1\%$ (F.S);
- 逐次开机上电重复性低于 $1mg$, 全温 $-45^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$;
- 可替换美国ADI、法国Safran、日本Murata同类产品;

- 创新的三层键合“三明治”MEMS结构;
- 24位高精度Sigma-Delta闭环ASIC设计;
- 传感器整机尺寸小于 $10mm \times 10mm$;
- 噪声低至 $50 \sim 100ng/rHz$;
- 同步支持 > 64 道(只)检波点布设;
- 频宽高达 $300Hz$ (优于传统动圈SN5A-SPro);
- 可有效检测识别多地质层反射波信号;
- 可全面替换法国Sercel公司MEMS加速度检波器产品;

中国科学院 上海药物研究所

152 抗抑郁症的新靶标原创新药 TL01 项目

项目摘要:

抑郁症具有高发病率、高复发率及高自杀率的特点,在我国还有低就诊率,对抗抑郁药物需求巨大。目前临床一线抗抑郁症药物主要作用于单胺类靶点,尽管已开发出几代抗抑郁症药物,但其治疗现状仍不容乐观。研发新型机制、起效迅速、改善难治性抑郁的抗抑郁新药,是领域内关注的热点。我们长期研究发现,TREK-1 通道是抗抑郁的新靶标,尤其对于快感缺失的难治性抑郁有优势。研发的新靶标原创候选药物 TL01,其抗抑郁药效显著,起效时间快速,具有抗焦虑和抗难治性抑郁的优点;生物利用度高,半衰期长,无明显毒副作用。本项目是由中科院上海药物所的专业团队研发,是新靶标、新机制的抗抑郁症的原创新药,已完成系统性临床前研究,易于开展临床试验,市场前景广阔。

一、本项目的市场分析

随着现代社会工作及生活节奏的加快和压力的增大,抑郁症等神经精神类疾病的发病率迅速上升。抑郁症是全球范围内最常见的情绪障碍疾病,核心症状主要表现为心境低落,兴趣丧失及精力缺乏,常常伴有认知、生理及行为症状,超过三分之二病人有自杀念头,半数患者出现自残行为。据世界卫生组织(WHO)的最新统计,全球有超过 3.5 亿人罹患抑郁症,全球平均发病率在 4.4%左右,近十年来患者增速约 18%。在中国有超过 9500 万的抑郁症患者,抑郁症的终身患病率为 6.9%,但是坚持吃药和心理咨询的患者不足 7%。

国内抗抑郁药市场每年都在增长,近年来复合增长率均超过两位数。根据 CFDA 南方所数据,2019 年中国公立医疗机构终端抗抑郁药市场规模突破 100 亿元,同比增长 10.93%。随着我国抑郁症就诊率的提高,预计今后几年抗抑郁药物的市场规模将达到 200 亿元。

相对于庞大的病患数量,针对抑郁症的新药研发仍然无法满足临床需求,主要原因:1 是受制于抑郁发病机制的复杂性;2 是新上市的药物在机制上难有突破性创新;3 是现有药物存在着毒副作用,起效慢等缺点,特别是对难治性抑郁症尚缺乏有效药物。目前临床一线抗抑郁症药物主要是作用于单胺类靶点,尽管已经开发出几代抗抑郁症药物,但其治疗现状仍不容乐观。据报道,经一线抗抑郁药物规范治疗,仅 27%抑郁患者服药 12 周得以治愈,而 33%的患者即使服用四

种以上抗抑郁药，仍不能治愈，以致于 30%患者发展成为难治型病例。因此，针对临床一线药物起效慢，个体差异大，对 30%患者不敏感，对难治性抑郁患者无效，并且普遍存在较强的副作用等不足，急需研发新型的抗抑郁症新药。

二、本项目的竞争优势

中国的抗抑郁药研发也是近年来的研发热点。国内大多是仿制药物 (me too) 或者剂型优化的药物开发，与国外的抗抑郁药物研发有非常大的差距。针对国内外的差距，我们应该重点探索抗抑郁的新靶标，高效设计与合成具有自主知识产权的抗抑郁创新药物，才能真正解决临床上的缺乏优效药物的痛点，使我们在与跨国制药企业竞争中脱颖而出。

近年来抗抑郁的新靶标包括了新型的多巴胺受体和调控神经信号传递的离子通道，其中抗抑郁的新靶点之一是双孔钾离子通道 TREK-1，这是近年发现的一类新型钾通道。TREK-1 双孔钾离子通道不仅是抗抑郁的新靶标，也是镇痛和治疗脑卒中的潜在新靶点，筛选和发现 TREK1 钾通道的高效抑制剂是抗抑郁症药物研发的重要方向之一。TREK-1 钾通道作为新型的抗抑郁症靶标，具有鲜明的特点：首先 TREK-1 钾通道抑制剂对于增强神经信号的兴奋性有着快速起效的特点，其抑制剂的快速抗抑郁药效已在文献报道和我们的药效结果中得到证实；其次 TREK-1 钾通道在前额叶、海马等脑区高表达，调控决策、认知等高级功能，因此可能有改善难治性抑郁的潜力；临床基因筛查发现 TREK-1 基因多态性与抑郁患者的快感缺失密切相关，以及 TREK1 基因敲除动物模型表现显著的抗抑郁行为，这些研究进展都支持 TREK1 钾通道是抗抑郁的新靶标。

本项目具有深厚的研究积累。我们通过先导化合物的结构优化，开展了多轮的药效筛选、安全评价和成药性研究，获得了高效的 TREK-1 抑制剂 TL01。进一步经过多种药效评价，确定了新结构的候选药物；新结构化合物的合成和质控方面已经成熟。在药效评估上，我们已经进行了多种的大鼠和小鼠的抑郁症动物模型，新建立了难治性抑郁动物模型和基因敲除动物模型，开展了多维度多方位的药效评估。药理机制研究进一步提示 TREK1 抑制剂能够增强前额叶皮层的高级功能，增强 5-HT 神经递质的释放，通过 PKA-pCREB-BDNF 信号通路，促进脑源性神经营养 (BDNF) 释放，进而激活突触形成相关蛋白表达，增强突触可塑性，最终起到快速抗抑郁作用。

候选新药 TL01 的抗抑郁药效显著,起效时间比临床一线抗抑郁药快 2-3 周,且具有抗焦虑和抗难治性抑郁的优点;生物利用度高,半衰期长,无明显毒副作用。本项目是由中科院上海药物所的专业团队研发,是新靶标、新机制的抗抑郁原创新药研发,各项研发指标比较成熟,易于开展临床试验,市场前景广阔。

三、项目的技术创新点

针对抑郁症的复杂机制和目前治疗药物起效缓慢,疗效有限,副作用大等缺陷,我们经过设计、筛选和系统的临床前研究,发现了新靶标的原创抗抑郁候选新药。本项目的创新点和竞争优势:

1. 抗抑郁的新靶标优势

TREK1 钾通道作为抗抑郁的新靶标,具有快速起效及抗难治性抑郁的优势。与传统的单胺类受体靶标相比较,TREK-1 通道对神经元有直接的兴奋作用,同时也是多种多巴胺、5-HT 等多种 GPCR 受体的下游靶标,是抗抑郁症、镇痛和治疗脑缺血的新靶点。TREK1 钾通道具有鲜明的优点:首先 TREK-1 钾通道抑制剂对神经信号的兴奋具有快速起效的特点;TREK-1 钾通道在前额叶、海马等脑区高表达,调控决策、认知等高级功能,因此可能有改善难治性抑郁的潜力;TREK1 钾通道能够促进 5-HT 神经递质的释放,促进 BDNF 神经营养因子的表达,具有神经保护和神经营养的作用。

2. 靶标确证及药理机制的研究

由于长期以来一直缺乏 TREK1 的特异性抑制剂,我们综合分子动力学模拟和功能验证,对 TREK1 钾通道的结构与功能关系进行了深入研究,通过计算机药物设计发现先导化合物,多次对先导化合物的结构优化,经过深入的药效和药学研究,获得了具有抗难治性抑郁的候选新药,并且阐明了候选药物与 TREK1 钾通道相互作用的构效关系。这项工作是靶标确证和构效关系研究的典范,获得了中科院、基金委及学术媒体的多项报导。

3. 候选新药抗抑郁的药效显著,起效快速,并且具有抗难治性抑郁的药效。

抗抑郁候选新药 TL01 在多种抑郁症疾病模型上都表现药效好,能够增强神经营养因子表达,增强 5-HT 神经递质的分泌,促进突触蛋白的表达,具有改善认知功能和神经保护作用,有望超越临床一线药物的治疗效果。在多种抑郁疾病模型及难治性抑郁动物模型上,候选新药显示了快速起效的抗抑郁作用,并且具有抗难治性抑郁的药效,兼有抗焦虑和改善认知功能的作用。

4. 安全优效,成药性强

经过多项的临床前安全评价的筛选，从 200 多个衍生物中，获得了安全优效候选新药 TL01，无明显的成瘾性、肝脏毒性、肾脏毒性以及神经毒性等，安全窗口大，优于大多数临床抗抑郁药物。

四、项目的技术成熟性及可靠性论述

1. 针对候选新药的抗抑郁药效进行了深入的药效评价

我们在多种急性和慢性抑郁症动物模型上，对候选药物和临床阳性药物进行了多批次、多种模型的深入评价。发现候选新药 TL01 具有显著的抗抑郁药效，起效时间比临床一线药物氟西汀等快 2-3 周，并且具有显著的抗焦虑作用。针对临床上的难治性抑郁及药物抵抗型的抑郁症状，我们建立了难治性抑郁小鼠模型。经多次药效评价，发现候选药物具有显著的抗难治性抑郁的作用。候选新药的这些优势，以及系统的临床前研究结果，为今后进一步的临床申报和研发提供了重要的数据支持。

2. 在靶标确证和药理机制方面开展了逐层次的深入研究

首先我们在新靶标确证和构效关系方面进行了深入研究。基于结构基础和分子动力学模拟分析，发现了 TREK1 钾通道在胞外侧新的药物结合口袋。通过先导化合物的发现及结构优化，经过多轮药效筛选，获得了多个药效显著的候选药物。进一步通过基因敲除、定点突变、多种生化药理和电生理功能研究，阐明了 TREK1 抑制剂抗抑郁的药理机制，发现 TREK-1 钾通道抑制剂对神经信号的兴奋具有快速起效的特点；增强 5-HT 神经递质的表达；这为理解 TREK1 抑制剂抗抑郁、镇痛、改善认知功能等，提供了实验依据，也支持了候选新药具有治疗难治性抑郁的潜力。

3. 在安全性评价和药效评价方面进行了多轮的交叉筛选。

我们对多个结构优化的先导化合物，在 hERG 细胞模型上进行了筛选，获得了 20 多个相对安全的候选化合物。进一步在多种抑郁动物模型上，筛选并获得了多个候选新药。进一步选择了 3 个最优化合物进行了 14 天急性毒理实验，获得了安全优效候选新药 TL01，无明显的肝脏毒性、肾脏毒性以及神经毒性等，安全窗口大，优于大多数临床药物。最终又通过药代评价，确定了候选新药。在药物代谢、药效和药物剂型方面也进行了多轮的交叉实验。经过大量的交叉验证，最终获得了药代性质较好、药效显著、安全性优良的候选新药。候选新药 TL01 具有渗透性高、易透过血脑屏障的特点，口服及腹腔注射都有效，生物利

用度 39%，半衰期 6 小时。

4. 药学性质成熟和更充分的抗抑郁药效评价。

候选新药确定后，进一步开展了详细的药学性质和合成工艺的优化，完善了药学性质的研究。合成工艺成熟，合成工艺简单反应条件温和，操作简单方便，原料来源丰富和经济，终产物是化学性质稳定的固体物质，产率高，成药性好。对每批次放大合成的候选新药，进一步开展了多轮的药效评价。在多个抗抑郁的药效模型、难治性抑郁动物模型、多个基因敲除抑郁模型上，进一步对比了更多临床一线药物，明确了候选新药 TL01 具有抗抑郁药效显著，起效快速，具有抗难治性抑郁的药效，兼有神经保护作用，有望超越临床一线药物的治疗效果。

5. 与临床药审评价中心进行了充分沟通交流。

候选新药属于新靶标的原创抗抑郁新药，适应症明确，易于开展临床试验。已完成了比较系统的临床前研究工作，适应症可以涵盖早、中、晚期抑郁症，易于开展临床试验。本项目安全优效，有望成为超越现有临床药物的新型药物。在新药研发领域中，本项目属于周期短、易于开展、回报快速的优质项目，具有很好的继续研发和申报新药的前景。

五、 经营风险与对策

本项目属于新靶标原创新药研发，顺应了临床巨大需求和国家创新政策的指导方向。我们有强大的专业团队，在抗神经精神类疾病的新药研发方面有丰富经验，研发领域包括抑郁、焦虑、镇痛等，已经建立了稳定可持续的研发管线。同时也会开展临床前新药研发的技术服务，综合收入会抵消潜在的风险，所以本项目基本上没有经营风险。

中国科学院 苏州纳米技术 与纳米仿生研究所

153 MEMS 二维扫描微镜及其应用

成果（项目）简介：

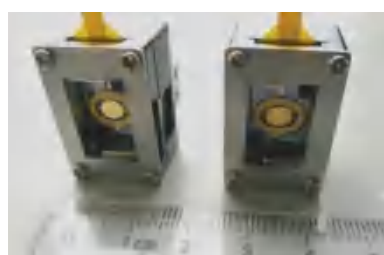
MEMS 二维扫描微镜利用微加工技术，批量制备高性能光学扫描微镜，可以实现对激光束和激光脉冲的精密扫描定位和操控。利用 MEMS 二维扫描微镜，以及半导体激光器的光强调制技术，可以实现全高清的微型激光投影仪，满足移动大屏显示的需求。利用 MEMS 二维扫描微镜结合红外激光器的调制，可以实现红外结构光的发射，满足 3D 相机对结构光投影的性价比的要求。利用大镜面的 MEMS 二维扫描微镜，可以实现固态激光雷达的小型化、低成本、和可批量生产，满足自动驾驶对激光雷达的要求。

目标应用领域（或行业）

激光微投影、红外激光结构光发射模组，激光雷达脉冲扫描模组。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

MEMS 二维扫描微镜性能指标国际领先。



技术领域：

☒电子信息 ☐装备制造 ☐能源环保 ☐生物技术与医药

☐新材料 ☐其他（请说明： ）

154 高灵敏度太赫兹探测器组件

成果（项目）简介：

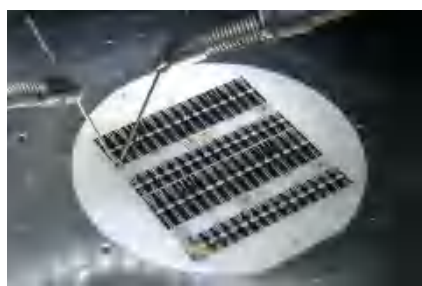
可依据用户需求，设计和制造常温工作的高灵敏度太赫兹混频芯片和探测器组件。探测频率覆盖 0.1THz 到 1.1THz，可定制为不同频段的单元探测器或线阵列探测器，探测灵敏度媲美肖特基势垒二极管探测器，可替代并在 0.7THz 以上更优。

目标应用领域（或行业）

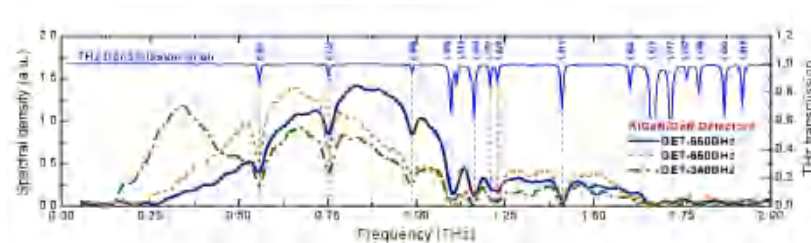
太赫兹科学仪器，太赫兹波无损检测，太赫兹波生物成像

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

探测器性能指标达到国际一流水平，国内唯一。6 项发明专利，已在国内十多家用户试用。专业团队的十年专注研发，技术自主可控。



探测器芯片



0.34THz、0.65THz 和 0.85THz 频段探测器的响应谱



单元探测器组件

技术领域：

☒ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药

☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

155 基于凹槽二次外延技术的 p-GaN 栅极增强型 电力电子器件

成果（项目）简介：

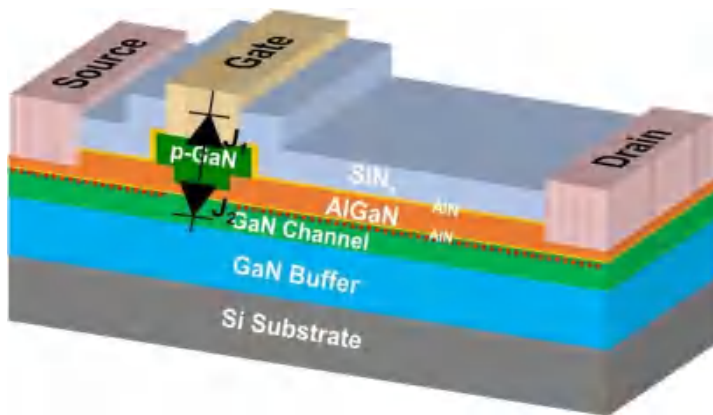
GaN 基电力电子器件作为对电能实现高效控制的核心部件，在整个电力电子技术中扮演着至关重要的角色。最近三年内，以日本松下、美国 EPC、加拿大 GaN System 为代表的三家半导体功率器件公司，相继推出了以 p 型栅极为技术路线的 GaN 基增强型电力电子器件商用化产品。由于采用该技术路线制备增强型器件对于材料外延生长、器件工艺均具有较高要求，难度较大，目前国内开展这方面研究的单位较少，且采用常规技术制备的器件无法兼顾器件导通与关断特性。针对此问题，中科院苏州纳米所成功研制出基于凹槽二次外延 p-GaN 技术的增强型电力电子器件，且开发出具有工艺兼容性的高温 LPCVD 钝化技术相兼容，全面提升了器件的直流与动态特性。

目标应用领域（或行业）

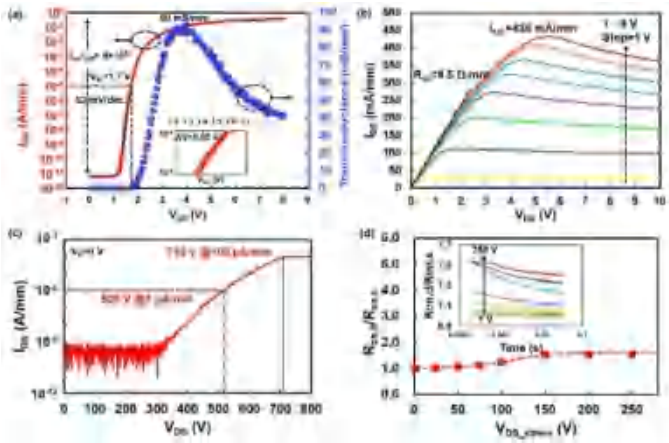
电力转换、无线充电、激光雷达

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

中科院苏州纳米所成功研制出硅衬底上基于 p-GaN 栅极技术的增强型电力电子器件，输出电流为 435 mA/mm，阈值电压达到 1.7 V @ $I_{DS} = 10 \mu A/mm$ ，开关比达到 10^{10} ，为已报道硅基 GaN 同类器件的国际先进水平，且相关核心制备技术已进行专利布局（GaN 基增强型 HEMT 器件的制备方法，201610693110.X；基于复合势垒层结构的 III 族氮化物增强型 HEMT 及制作方法，201810031021.8）。未来，将积极寻求与电源转换、无线充电、激光雷达等领域在内的下游应用厂商展开合作，推动硅基 GaN 电力电子器件的应用。



GaN-on-Si Power 器件结构



GaN-on-Si Power 器件性能

技术领域:

- ☒ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
- ☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

156 硅衬底上基于高 Al 组分 AlInGaN

势垒层射频微波器件

成果（项目）简介：

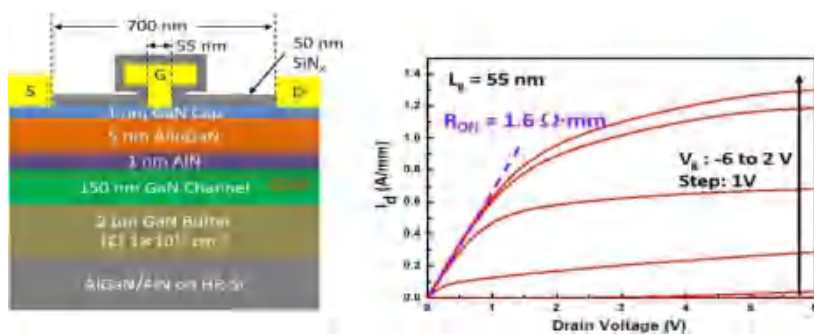
目前，美国 Qorvo 和其他多数厂商均采用 GaN-on-SiC 技术路线制备 GaN 基射频器件。然而，SiC 衬底成本较高，因此，研制低成本的硅基 GaN 射频器件成为迫切需求。另一方面，为提升器件频率特性，通常采用超薄、高 Al 组分 AlGaN 势垒层。而高 Al 组分同时会导致合金组分不均匀、局部应力大、甚至产生微裂纹等问题，从而严重影响器件性能。针对上述问题，中科院苏州纳米所通过在高 Al 组分 AlGaN 势垒层的生长过程中通入 TMIn，显著提升 Al 原子在生长表面的迁移能力，从而改善了组分均匀性，有效减小了局部应力，成功生长出高质量、无裂纹的超薄（ ~ 5 nm）、高 Al 组分（ $\sim 57\%$ ）AlInGaN 势垒层，并与中电 55 所合作成功研制出硅衬底上基于 AlInGaN/GaN 异质结的 T 型栅高频微波器件。

目标应用领域（或行业）

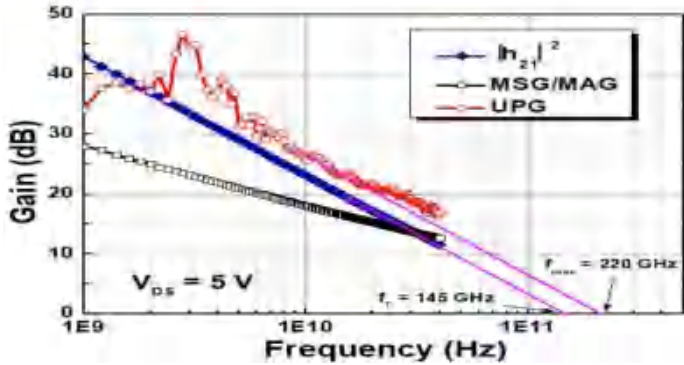
5G 通信

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

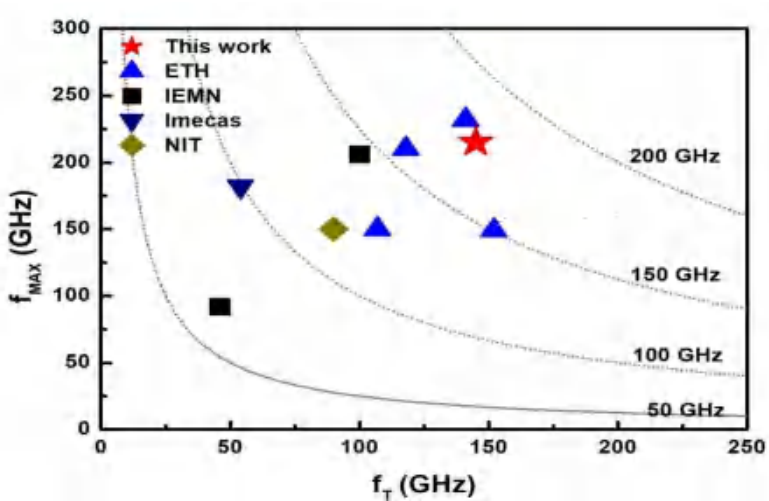
中科院苏州纳米所成功研制出硅衬底上基于 AlInGaN/GaN 异质结的 T 型栅高频微波器件，输出电流为 1.25 A/mm，跨导为 420 mS/mm。器件频率特性方面，电流增益截止频率 f_T 达到 145 GHz，功率增益截止频率 f_{max} 达到 215 GHz，为已报道硅基 GaN 射频微波器件的国际先进水平，且相关核心技术已进行专利申请保护（一种用于制备 GaN 基高频微波器件的方法，201810140968.2）。未来，将与中电 55 所、中环半导体股份有限公司展开实质性合作，推进硅基 GaN 高频微波器件在 5G 通信技术方面的应用。



GaN-on-Si RF 器件结构及输出特性



GaN-on-Si RF 频率特性图



GaN-on-Si RF 频率特性 Bench Mark

技术领域:

- ☒ 电子信息
- ☐ 装备制造
- ☐ 能源环保
- ☐ 生物技术与医药
- ☐ 新材料
- ☐ 其他（请说明： ）

157 智能三维成像与感知芯片技术 的研发及产业化

成果（项目）简介：

本项目目标切入由 5G 带来的 100 万/km²的智能数字连接点，以及由此引爆的 3D 智能成像终端的新蓝海，目前国内 3D 重建和智能识别的中国芯片企业为 0。

MEMS 微镜芯片基于中科院纳米所获得中科院“重大突破”专项的“优秀”技术，实现芯片级别的激光光路调制。低功耗专用 3D-AI 芯片，实现对于 MEMS 微镜的空间感知信息的智能识别和实时处理。微镜芯片相当于芯片级别的“眼睛”，3D-AI 芯片相当于专用于微镜芯片的“大脑”。

2019 年底，基于这两颗核心芯片的高精度近距离 3D 智能相机模组开始销售，测距 100 米的固态激光雷达模组样机推出展示。

本项目居于 3D 感知产品的上游，可以赋能众多行业，同时基于半导体制造和全新的 AI 架构，具有较高技术壁垒。

目标应用领域（或行业）

新一代信息技术-人工智能

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

技术指标在国内外或行业内的先进性。

a. 目前国内 3D 重建和智能识别的芯片企业为 0。

b. 与国际企业英特尔相比，MEMS 微镜芯片在来源上更自主可控；在价格上因结构简单，无 DOE 而成本降低 50%；耗能效率高；单晶硅可连续千亿次震动可靠性强；同时可以对投射图像进行编程，灵活性高。

2. 成果（项目）所获各级项目支持。

a. 微镜芯片基于中科院纳米所获得中科院“重大突破”专项“优秀”。

b. 项目作为苏州工业园区重大新型研发机构，获得三年累计 5000 万支持。

3. 已获得产业龙头企业或产业内大范围的关注、认可或合作。

4. 团队优势：领军团队全部为从美国，新加坡归国的芯片技术专家，荣获国家级重大人才计划专家，江苏省“双创人才”“333”等高层次人才荣誉。核心业务团队来自具有世界百强企业，和个人创业经验的高管。

5. 国内外知识产权布局情况等：

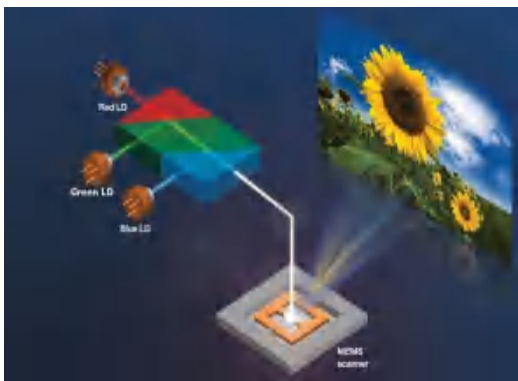
授权号/申请号：CN201710152466.7 专利名称：光学系统及其光学装置

授权号/申请号：201810831509.9 专利名称：一种二维矢量扫描微镜

授权号/申请号：CN201610349672.2 专利名称：视频图像拼接装置及其拼接方法



MEMS 微镜芯片



MEMS 微镜芯片原理



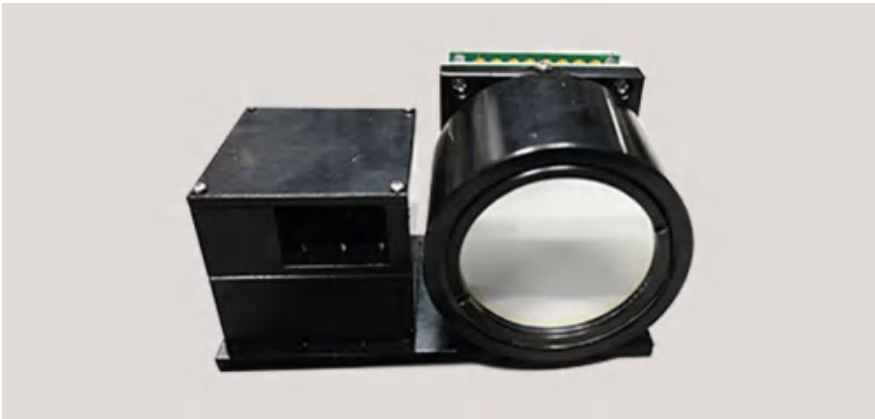
AI 感知智能处理器芯片原理框图



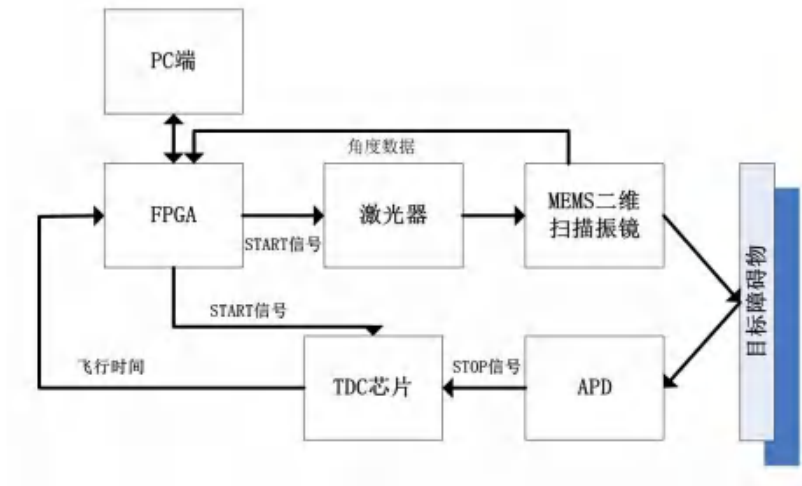
3D 结构光相机



3D 环绕相机



固态激光雷达



基于 MEMS 微镜 TOF 技术的激光雷达原理

技术领域：

- ☒ 电子信息
- ☐ 装备制造
- ☐ 能源环保
- ☐ 生物技术与医药
- ☐ 新材料
- ☐ 其他（请说明： ）

158 半导体拉曼增强（SERS）检测技术

成果（项目）简介：

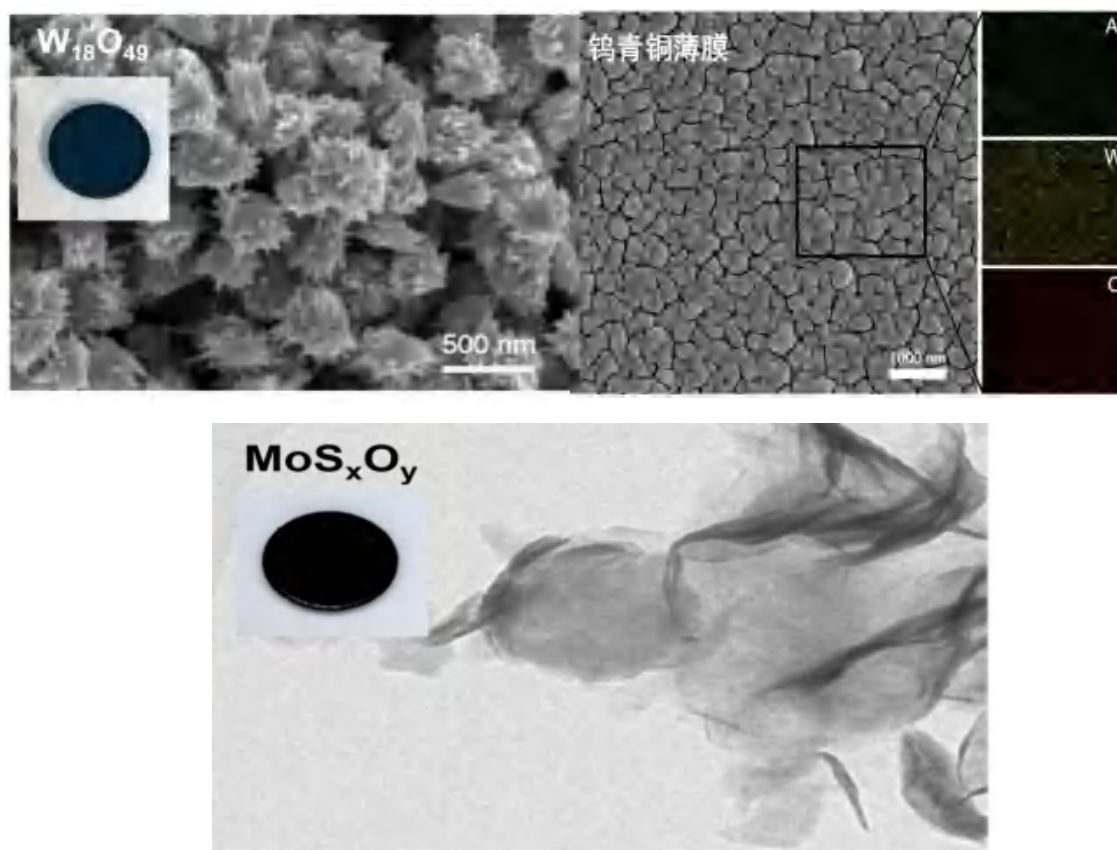
本课题组开发出了多种半导体 SERS 基底材料和芯片。相较于目前广泛使用的贵金属 SERS 基底，半导体材料具有易调控、种类多样、性质稳定、不破坏探测分子的优势。现有基底可对多种探针分子（染料、双酚 A、苯甲醛、金属离子等）实现检测，在分析检测领域具有重要意义。

目标应用领域（或行业）

痕量检测

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

技术国际领先，多篇研究论文发表于高影响因子学术期刊；2. 拥有多项自主知识产权。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☒ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

159 MEMS 气体传感器

成果（项目）简介：

MEMS 微热板技术的微型金属氧化物半导体气体传感器，用于检测空气中有毒有害和易燃易爆的气体。传感器的结合 MEMS 硅衬底技术、薄膜技术、纳米复合敏感材料技术、厚膜技术、陶瓷封装技术，当传感器处于有毒有害或易燃易爆的气氛环境中，传感器的电导率随空气中被检测气体的浓度而发生改变。该气体的浓度越高，传感器的电导率就越高。其使用简单的电路即可将电导率的变化转换为与该气体浓度相对应的输出信号。

该技术目前已进入批量生产阶段，技术成熟度高，产品性能稳定性好，在环境监测、安全监控、汽车电子、物联网领域有很好的应用前景。

目标应用领域（或行业）

物联网，空气质量检测，安全检测等

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

1. 低功耗，采用微纳加工技术生产的微热板加热区尺寸 $0.3 \times 0.3 \text{ mm}^2$ ，绝热膜厚 5 微米，极大地减少了热功耗。这也是 MEMS 硅基微热板区别于传统陶瓷加热板的巨大优势，现产品常规功耗 35mw，经过电路处理可以达到 10mw。

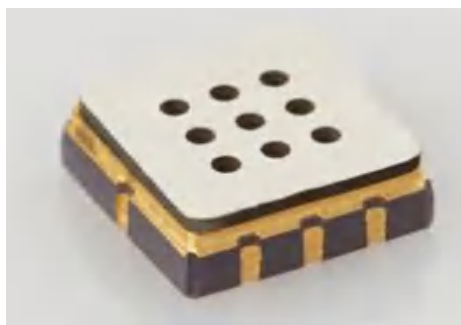
2. 纳米敏感复合材料，基于半导体金属氧化物气体传感器特性和应用需求，筛选确立相应的敏感材料体系，采用先进的水热合成制备方法获取纳米级球状并具有特殊结构的主体气敏材料，通过严格控制烧结温度、烧结时间等，实现“表面控制型”气敏材料的结构成型，主要是 SnO_2 、 WO_3 、 In_2O_3 等纳米材料粉体。

3. 为更好发挥微热板芯片的低功耗、体积小、易集成等特性，采用内部引脚与焊盘之间的导电路径短、自感系数以及封装体内布线电阻低等特点的 QFN 封装类型，具有优良的电性能；通过模拟仿真计算、设计具有优异热力学性能的陶瓷管壳，可满足 MEMS 传感器对尺寸、功耗和集成度的要求，实现从引脚插入式封装到表面贴片封装，跨越到封装面积减到最小的芯片级封装。

4. 该技术成果获得了包括国家自然科学基金、江苏省产学研、江苏省杰出青年基金、中科院先导专项等项目支持。

5. 团队负责人，在国际学术期刊上已发表论文 80 余篇，近五年被他引 3000 余次，学术成果多次被 Elsevier、Materials Today、Materials Views、

Nanowerk、Phys.Org、Printed Electronics World 等知名学术网站作为亮点工作评述。作为对前沿技术创新开发，团队非常重视对自主知识产权的投入、保护及运营管理，在长期的研究开发过程中对相关的核心技术进行了高价值专利布局。团队负责人获得 2016 年中国仪器仪表学会青年科技人才奖、2017 年江苏省杰出青年科学基金、2018 年中国微米纳米技术学会 Navitar 微纳技术创新奖等荣誉。



技术领域：

- ☒电子信息 ☒装备制造 ☐能源环保 ☐生物技术与医药
☐新材料 ☐其他（请说明： ）

160 可穿戴汗液传感器

成果（项目）简介：

穿戴式汗液传感器可在人体皮肤表面对分子水平标记物进行非侵入实时连续地监测，是目前可穿戴电子设备在运动健康管理和疾病诊断监护领域应用的重要研究内容。穿戴式汗液传感器的核心技术是柔性、微型化的高性能电化学传感器。本项目开发了几种微型化、柔性可延展的全固态离子电极和全固态参比电极等传感器，具有制备简单、电化学性能稳定等优势。传感器集成于可穿戴汗液“导汗带”及织物设备中，可对人体运动过程中电解质离子进行实时连续地分析监测，对运动过程中脱水等生理健康状况具有重要的预警和指导价值。

目标应用领域（或行业）

智能可穿戴设备、非侵入体液监测、运动健康管理智能设备，可监测汗液中电解质离子、代谢小分子等分子标记物，协助评估人体水盐代谢水平、疲劳状态以及汗液葡萄糖水平等人体健康状况。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

1. 微型化电极芯片：具有大比表面积且可调控的三维纳米结构离子 / 电子传导阵列电极，电位响应灵敏度 ($56.58 \pm 1.02 \text{ mV/decade}$)、响应时间 ($<10 \text{ s}$) 和线性范围 ($10^{-6} \sim 10^{-1} \text{ mol/L}$)，电位漂移 (0.22 mV/h) 及长期稳定性 (3 个月)。

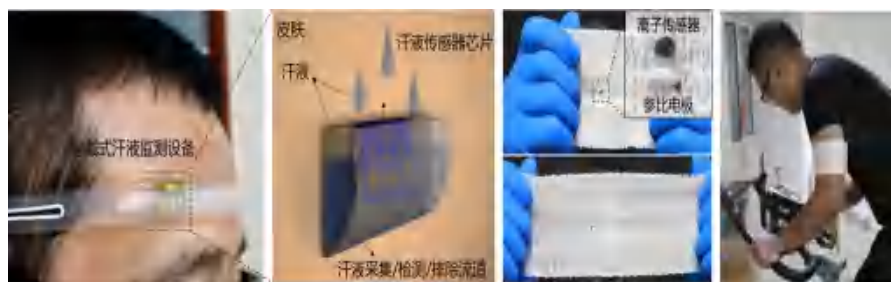
2. 汗液采集、转运和排出结构的可穿戴“导汗带”汗液传感设备，用于微型化传感器芯片的集成封装，可舒适便捷地佩戴与人体额头区域。

3. 柔性可延展纤维状离子选择性电极/参比电极：拉伸范围 ($0 \sim 200\%$) 内电化传感性能几乎保持不变；可直接纺织嵌入在织物里，便于开发透气性好舒适性高的可穿戴汗液监测设备。

4. 该技术成果已申请了系列发明专利，包括 PCT 国际专利。

5. 团队负责人在国际学术期刊上已发表论文 80 余篇，近五年被他引 3000 余次，学术成果多次被 Elsevier、Materials Today、Materials Views、Nanowerk、Phys.Org、Printed Electronics World 等知名学术网站作为亮点工作评述。作为对前沿技术创新开发，团队非常重视对自主知识产权的投入、保护及运营管理，在长期的研究开发过程中对相关的核心技术进行了高价值专利布局。

团队负责人获得 2016 年中国仪器仪表学会青年科技人才奖、2017 年江苏省杰出青年科学基金、2018 年中国微米纳米技术学会 Navitar 微纳技术创新奖等荣誉。



技术领域:

- ☒ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

161 物联网时代的柔性纳米智能感知 传感器技术及应用

成果（项目）简介：

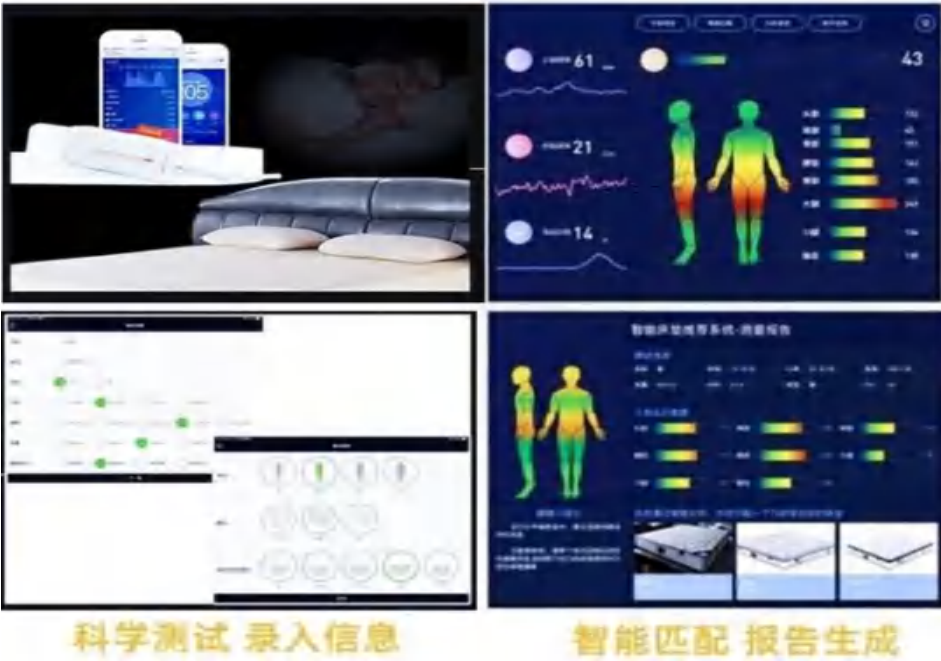
随着柔性电子学的蓬勃发展，柔性智能传感技术已逐渐发展成为一项令人瞩目的高新智能感知技术，已逐渐成为当前重要的前沿研究领域之一，在物联网、智能穿戴、医疗健康、消费电子、智能家居、汽车电子等产业领域已表现出了极大的应用潜力和市场。

本成果专注于柔性纳米智能感知传感器技术的开发及其产品的产业化和提供专业的应用解决方案。在纳米功能材料的可控合成、墨水化和多元材料的复合技术，柔性单点与阵列传感器结构设计与制备工艺，柔性封装技术，海量信号检出电路设计，大面积、低成本、高密度阵列式柔性传感器工程化与批量化生产等多项关键技术上取得了一些创新性的成果，解决了大区域界面（尤其是非平界面）接触力信息获取的关键技术问题。这些技术是本成果开发基于柔性材料与柔性制造技术的新型传感器与多传感器集成应用的基础，将助力本成果获取拥有自主知识产权的新一代柔性传感芯片，以打破国外企业的垄断，拓展传统硅基电子产品的应用领域，开创硅基电子技术无法取代的新兴市场。借物联网和大数据发展之势，开拓其在物联网、智能穿戴、消费电子、智能家居、医疗监护电子、汽车电子、智慧养老等产业产品中的传感新应用。



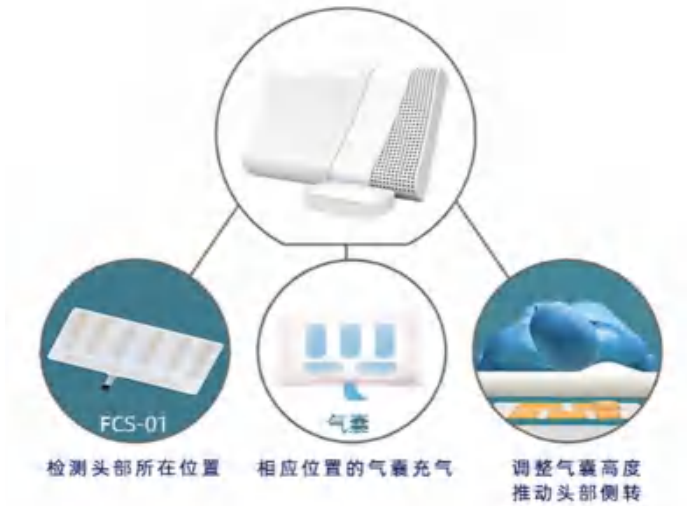
成果（项目）1 >>智能睡眠监测传感器

智能睡眠监测传感器及睡眠监测系统首次采用独立的柔性压力传感器阵列解决方案，将床垫从头到尾分解成数段，用柔性压力传感器同时检测不同区段的压力值，既有效匹配了床垫压力分布测试的实际需求，又大幅降低了智能应用方案的复杂性及成本。



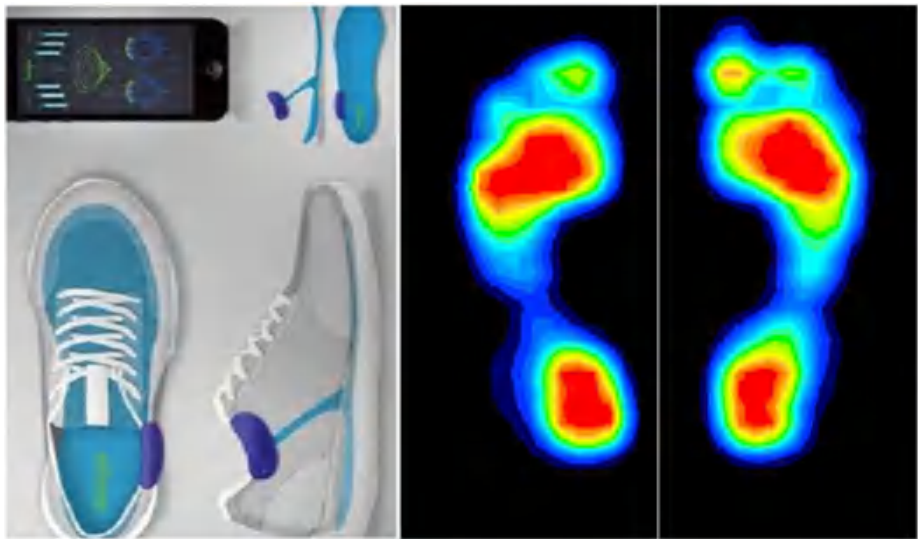
成果（项目）2 ➤➤智能枕头传感器

柔性智能枕头传感器阵列是在柔韧轻薄材料上通过印刷电子技术印刷柔性纳米功能材料使其实现对压力高灵敏度检测的产品，将其集成在枕头中通过检测头部所在位置并配以气囊推动调整头部高度以实现有效改善睡眠的功能。



成果（项目）3 ➤➤智能压感鞋/垫及足底压力分布测试分析系统

柔性压力传感器已经被广泛应用在智能压感鞋/垫等智能穿戴产品上，通过采取大规模矩阵分布式的压力传感器实时感知脚底压力分布状态，并根据生态医学分析得到大量极具价值的身体健康数据，给医学专家提供诊疗分析工具。本成果产品可以应用于：足底健康分析、运动健康分析、足型健康分析、智能鞋垫定制。



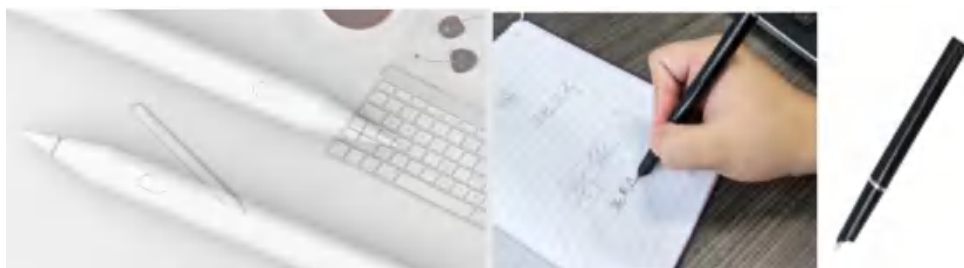
成果（项目）4 ➤➤柔性脉搏传感器及阵列

人体脉象因蕴涵了丰富的健康状况信息而被中医视为生命的语言，从脉搏波中提取人体的生理病理信息作为临床诊断和治疗的依据，历来都受到中外医学界的重视。但现有的脉搏检测主要存在操作复杂、携带不便、不能穿戴等问题。本成果首次提出基于纳米材料与柔性仿生传感技术相融合的柔性纳米电子皮肤因具有超薄、高灵敏度、杨氏模量接近人体皮肤等优点可以实现对人体生理健康信号（如脉搏、心率）的高保真采集，能精确分辨出人体三部脉搏波中的P、T和D等特征峰，搭配自主研发的MP201脉搏模块将脉搏跳动信号以波形可视化展现，从而实现高精度的脉搏、心率、血压实时监测。



成果（项目）5 ➤➤智能压感笔

科技引领世界，触摸改变未来。在智能交互领域，智能笔将会和鼠标、键盘一样无处不在。采用本成果的智能压感笔不仅支持书写，还可以实现笔迹压力识别与记忆、智能上传笔迹内容、判断笔迹真伪，将智能阅卷、总裁隔空授权签字、笔迹智能存储等这一切应用变为现实。



成果（项目）6 >>TWS 耳机柔性压力传感器

随着 TWS 技术在蓝牙耳机领域的广泛应用，一种新产品 TWS 蓝牙耳机应运而生。本成果的柔性压力传感器凭借其柔韧超薄、高灵敏度、低功耗等优点完美适配 TWS 蓝牙耳机，使其完全摒弃有线的烦恼，做到真正的一体化无线结构，无开孔的灵敏感应，更自由的移动，更舒适可靠的体验。可以单独享用，可以共享，也可以作为两台机器使用。



成果（项目）7 >>在离床智能监测传感器

在我国逐渐进入老龄化社会后，对病患或者老年人在离床监测需求日益增加。现阶段对病患或者老年人在离床监测主要采用侵入式接触检测和非侵入式接触检测，这些检测大多使用起来很不方便，不便携，体验感不好。本成果的在离床智能监测床垫及离床感应系统通过将柔性压力传感器实时采集床位压力状态信息、呼吸心率生命体征信息融合，能够准确的检测使用者的体态信息和在离床状态，并将相关信息上传监护指挥中心或智能终端，简易、可靠、轻便、方便移动，可以广泛应用在养老院、护理院、医院、福利院、宿舍管理等场合。



目标应用领域（或行业）

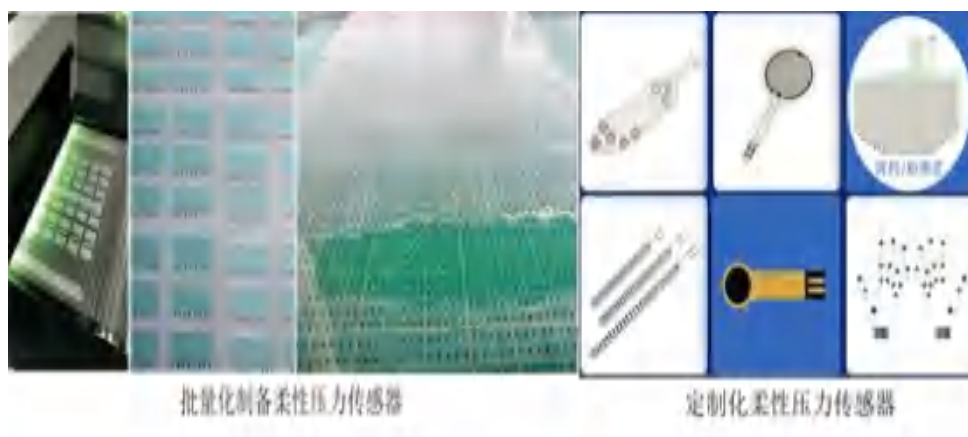
物联网、智能穿戴、消费电子、智能家居、医疗监护电子、汽车电子、智慧养老

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

柔性智能传感技术已发展成为一项令人瞩目的高新智能感知技术，是本成果开发新型传感器与多传感器集成应用的基础，将助力本成果获取拥有自主知识产权的新一代柔性传感芯片，以打破国外企业的垄断、填补国内在此技术领域的空白，拓展传统硅基电子产品的应用领域，开创硅基电子技术无法取代的新兴市场。

该柔性智能压感技术解决了大区域界面（尤其是非平界面）接触力信息获取、传统硬质传感器难以根据人体曲线特征进行共型设计以及柔性传感器灵敏度差、信号干扰大、批次间性能稳定问题，拥有易于规模化制备、技术指标（如尺寸、规格、量程等）能根据实际应用调整、器件长期使用稳定性能良好、市场需求前景可观等优点。

团队负责人在国际学术期刊上已发表论文 80 余篇，近五年被他引 3000 余次，学术成果多次被 Elsevier、Materials Today、Materials Views、Nanowerk、Phys.Org、Printed Electronics World 等知名学术网站作为亮点工作评述。作为对前沿技术创新开发，团队非常重视对自主知识产权的投入、保护及运营管理，在长期的研究开发过程中对相关的核心技术进行了高价值专利布局，申请了中国专利 60 余件（授权 30 余件），PCT 国际专利 3 件（其中 2 项已在欧美、日韩等国家获得授权），其中 4 件发明专利实现产业化，已实现柔性压力传感器的批量销售，市场份额占有率名列前茅。团队负责人获得 2016 年中国仪器仪表学会青年科技人才奖、2017 年江苏省杰出青年科学基金、2018 年中国微米纳米技术学会 Navitar 微纳技术创新奖等荣誉。



技术领域：

☒ 电子信息

162 超窄线宽半导体激光器件

成果（项目）简介：

超窄线宽激光光源是光纤，空间相干通讯、光纤传感、激光雷达、量子信息、原子物理等多种应用领域的核心光源。目前市场上小体积半导体窄线宽激光产品主要由美国 RIO、OEWAVES、以及欧洲的 Toptica 生产。本研究项目采用了小型高品质 FP 光腔，可实现多种波长的小型外腔超窄线宽半导体激光，洛仑兹线宽和频率稳定度优于国外竞品，填补中国在小型超窄线宽半导体激光产业化领域的空白，可以满足未来中国高新技术应用以及前沿科研实验需求。

目标应用领域（或行业）

光纤，空间相干通讯、光纤传感、激光雷达、量子信息、原子物理

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

采用高品质中空 FP 光腔，有效克服固体光腔热吸收，非线性效应造成的频率不稳定，可实现比国外竞品更窄的线宽。同时采用了 mm 级微型光腔，可实现线宽 KHz 及以下的各种波长的超窄线宽单频或可调谐半导体激光，结构简单，轻便，成本较低。

已提交发明专利一篇，准备申请 PCT 国际专利。



技术领域：

- ☒ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

163 光电器件失效机制的在线诊断技

成果（项目）简介：

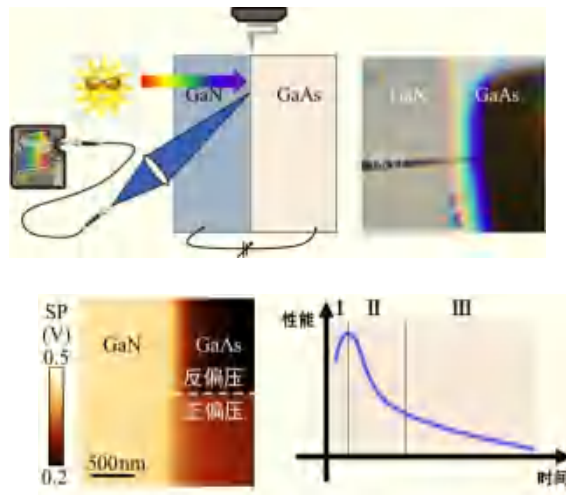
光电器件的寿命是决定其市场前景的关键因素之一，由于缺乏兼具高精度度和在线诊断能力的商用设备，通常难以准确辨识器件失效位点并追踪其演变过程，澄清器件失效机制依赖大量样本的统计分析。本技术成果能在各类光电器件实际运行条件下监测微区光电特性的实时演变，其纳米级空间分辨率和定量探测能力，可保障器件失效位点的精准甄别，从而揭示器件寿命瓶颈。

目标应用领域（或行业）

光伏电池、发光二极管、光电探测器等各类光电转换器件

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

可包括：1. 获科技部“973”，基金委重点项目和重大研究计划项目，中科院先导专项和装备研制项目等支持；2. 已与 TCL 集团等开展合作；3. 已申请多项国家发明专利。



技术领域：

- ☒ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 生物技术与医药 ☐ 新材料
☐ 其他（请说明： ）

164 808nm 高压激光电池及组件

成果（项目）简介：

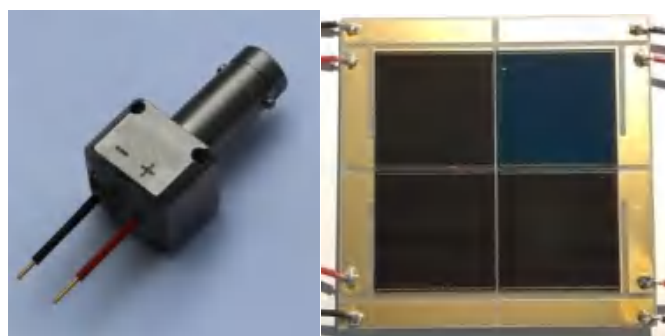
该项目采用高性能隧穿结将多个子电池垂直串联起来而构成叠层高压电池，具有输出电压高、工作电流小、对输入光束质量要求低、功率密度高以及在高功率密度下可获得高转换效率的优点。通过高压电池结构设计、MOCVD 材料生长和电池片工艺技术研究，研制了转换 800–850nm 激光能量的光伏电池。单个激光电池在输入 808nm 激光功率 1W 下的开路电压 6~20V、转换效率 $\geq 50\%$ 。同时研发了电池封装技术制作电池组件，可用于大功率激光能量传输系统。

目标应用领域（或行业）

激光传能，电网监测，功率 MOSFET 驱动电路，低波纹 DC-DC 转换，医疗电子。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

我们研制的激光电池在输入 808nm 激光功率为 1W 时转换效率达 $\geq 50\%$ ，属于国内领先、国际先进水平。研究团队拥有包括高压激光电池结构设计和仿真、MOCVD 材料生长及电池片加工等完整的高压激光电池技术。相关技术申请了中国发明专利和 PCT 专利。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： 激光光伏电池 ）

165 1064nm 高压激光电池

成果（项目）简介：

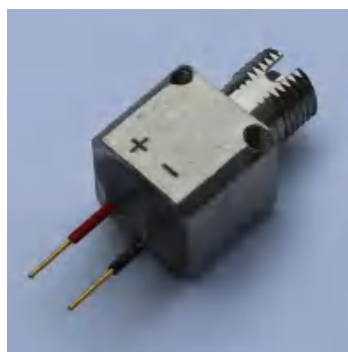
叠层多结电池具有输出电压高、工作电流小、对输入光束质量要求低、功率密度高以及在高功率密度下可获得高转换效率的优点。通过多结电池结构设计、MOCVD 材料生长和电池片工艺技术研究，研制了国际首款转换 1064nm 激光能量的高压激光电池。单个激光电池的开路电压 2~5V、转换效率达 40%。通过电池的串并联可制作大面积电池组件，用于大功率 1064nm 激光能量传输。

目标应用领域（或行业）

激光传能，电网监测，功率 MOSFET 驱动电路，低波纹 DC-DC 转换，医疗电子。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

我们研制的受光面直径为 2mm 的激光电池在输入 1064nm 激光功率为 1W 时转换效率达 40%，属于国际领先水平。研究团队拥有包括高压激光电池结构设计和仿真、MOCVD 材料生长及电池片加工等完整的高压激光电池技术。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： 激光光伏电池 ）

166 1550nm 高压激光电池

成果（项目）简介：

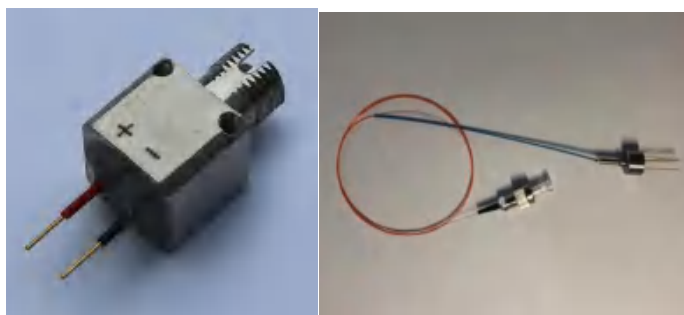
叠层多结电池具有输出电压高、工作电流小、对输入光束质量要求低、功率密度高以及在高功率密度下可获得高转换效率的优点。通过多结电池结构设计、MOCVD 材料生长和电池片工艺技术研究，研制了国际首款转换 1550nm 激光能量的激光电池。单个激光电池的开路电压 2.6~3.7V、转换效率 $\geq 30\%$ 。通过电池的串并联可制作大面积电池组件，用于大功率 1550nm 激光能量传输。

目标应用领域（或行业）

远距离激光传能，电网监测，功率 MOSFET 驱动电路，低波纹 DC-DC 转换，医疗电子。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

我们研制的受光面直径为 2mm 的激光电池在输入 1550nm 激光为 0.5W 时转换效率 $\geq 30\%$ ，属于国际领先水平。研究团队拥有包括高压激光电池结构设计和仿真、MOCVD 材料生长及电池片加工等完整的高压激光电池技术。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： 激光光伏电池 ）

167 轻质低功耗电加热技术及其防除冰应用

成果（项目）简介：

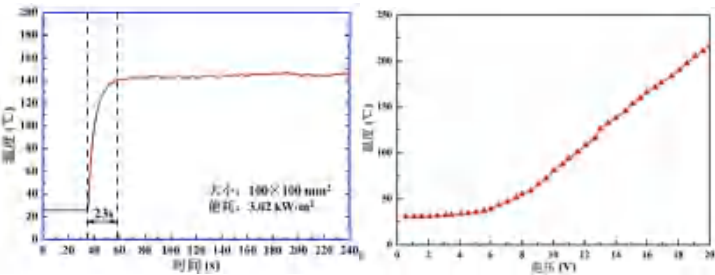
针对飞机和其他装备在防/除冰方面的需求，开发了导电纳米碳多孔薄膜材料，通过微纳结构调控实现了薄膜电导率的可控调节，并将该薄膜材料与复合材料一体成型，实现复合材料结构/电热防除冰一体化技术。与现有金属电加热材料相比，纳米碳薄膜电加热材料重量更轻、能耗更低，与复合材料集成度更高，耐候、耐腐蚀性更好。该技术亦可以应用于航天器低功耗、快速热补偿等。

目标应用领域（或行业）

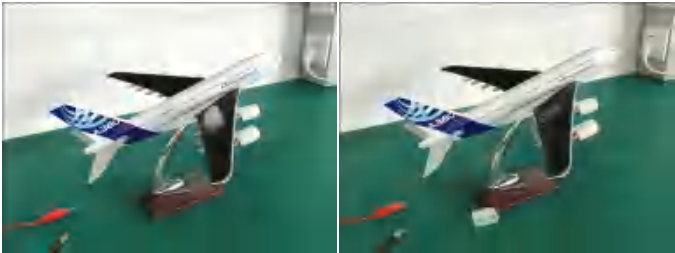
飞行器防除冰，建筑和装备防除霜，电力线缆防除冰，航天飞行器热补偿、复合材料低成本固化等。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

在导电纳米碳薄膜制备及其电热防除冰应用方面具有自主知识产权。



左：纳米碳薄膜电加热曲线；右：纳米碳薄膜温度随电压变化曲线；



机翼模型表面通电 70s 后 10g 冰滑落

技术领域：

- ☐ 电子信息
- ☐ 装备制造
- ☐ 能源环保
- ☐ 生物技术与医药
- ☒ 新材料
- ☐ 其他（请说明： ）

168 结构在线健康监测技术

成果（项目）简介：

本栏位的内容主要描述我们的核心研发技术，若技术已具备转化产品的可能，请着重介绍产品的核心优势和差异化，以及可以满足用户哪些需求，解决了行业内哪些痛点问题（这一部分是潜在合作方最关心，也是我们的宣传资料当中最容易吸引人的地方）。本栏位不做团队介绍。文字精炼，逻辑清晰，字数以 150-200 字之间为宜，最多不超过 300 字。

目标应用领域（或行业）

飞行器防除冰，建筑和装备防除霜，电力线缆防除冰等

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

可包括：1. 技术指标在国内外或行业内的先进性，2. 成果（项目）所获各级项目支持，3. 成果（项目）或团队成员所获荣誉，4. 已获得产业龙头企业或行业内大范围的关注、认可或合作，5. 团队优势，6. 国内外知识产权布局情况等。

不限于上述内容，可根据实际做不同形式的调整。

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药

☒ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

169 气凝胶纤维的连续化制备与应用技术

成果（项目）简介：

气凝胶纤维具有低密度和高孔隙率，以及尺寸限制增强的边界散射和声子缺陷散射，使其具有优异的隔热性能，常温下热导率为 $0.037 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ ，低于商业应用的中空纤维毡，与其他气凝胶隔热材料（如纤维素气凝胶、氧化硅气凝胶涂料）相当。在低温下其隔热性能更加优异，并可在 $-196 \sim 300^\circ \text{C}$ 的环境下长时间发挥隔热保温性能，为极端环境下的隔热保温提供了一种新的选择。此外，该气凝胶纤维还具有优异的化学稳定性，可进行染色、疏水化、化学镀等多种改性且不损伤气凝胶主体骨架结构，分别获得彩色、具有防水、自清洁功能，及导电性的功能化气凝胶纤维。可通过填充相变材料制备成空调纤维，其热焓值可达 162 J/g ，远超现有商用 Outlast 空调纤维的热焓值。

目标应用领域（或行业）

隔热保温，相变储能，复合材料

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

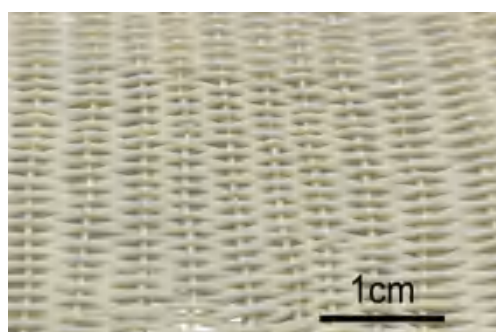
1. 申请中国发明专利一项：聚酰胺气凝胶纤维、其制备方法及应用（专利申请号：2018104435782）；

2. 相关成果以“Nanofibrous Kevlar Aerogel Threads for Thermal Insulation in Harsh Environments”为题，发表于国际一流期刊《ACS Nano》(DOI: 10.1021/acsnano.9b01094) 上。

美国 Chemical & Engineering News（简称 C&EN），以“Kevlar, the tough material used in body armor and sporting gear, now comes in aerogel form”为题，对该研究成果进行了报道。



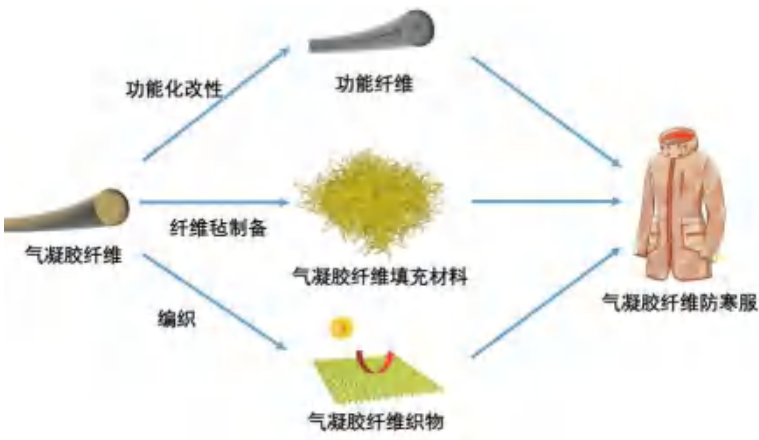
气凝胶纤维照片



气凝胶纤维布照片



染色气凝胶纤维照片



气凝胶纤维应用方向

技术领域：

- ☐ 电子信息
- ☐ 装备制造
- ☐ 能源环保
- ☐ 生物技术与医药
- ☒ 新材料
- ☐ 其他（请说明： ）

170 气凝胶/相变材料红外隐身薄膜

成果（项目）简介：

现有的红外隐身技术大多有耗能持续、应用范围窄、反应慢等不足。本项目研制出了一种可以适应不断变化的温度，且不需要额外耗能的红外隐身材料。首先制备了具有优异隔热性能的纳米纤维气凝胶薄膜，将这种薄膜用相变材料聚乙二醇（PEG）浸泡并进行防水处理，就得到一种轻薄、坚固的红外隐身材料。在模拟太阳光照下，覆盖目标物的相变复合薄膜储存热量，抑制温度升高，使得目标物体对红外探测仪“隐形”；当夜晚来临，相变复合薄膜又能缓慢地释放热量，以匹配周围环境。此外，选用合适厚度的气凝胶薄膜覆盖在发热目标与相变复合薄膜之间，也能做到让发热物体“隐身”。

目标应用领域（或行业）

红外隐身；电子隔热材料；电池隔膜材料

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

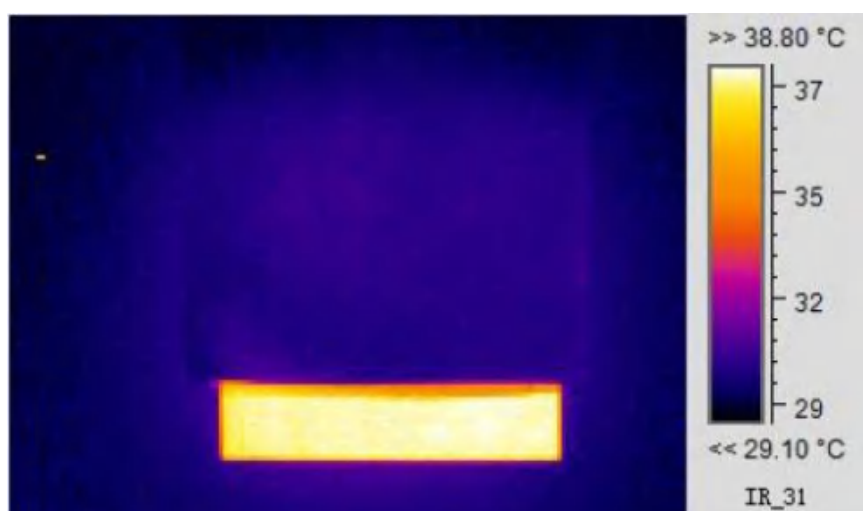
1. 相关研究成果以已发表于国际一流期刊《ACS Nano》（ACS Nano 2019, 13, 2236-2245）。
2. 美国化学会新闻周刊 News Service Weekly PressPac、美国化学会旗下新闻周刊 C&EN、美国光学学会会刊 Optics & Photonics News 分别以 “Now you see heat, now you don't”, “Packable Kevlar cloak provides infrared stealth across changing temperatures”, “A flexible way to hide the heat” 为题进行了报道。
3. 申请中国发明专利 1 项。



气凝胶薄膜



气凝胶相变复合薄膜



对高温目标红外隐身

技术领域：

- ☐电子信息 ☐装备制造 ☐能源环保 ☐生物技术与医药
☒新材料 ☐其他（请说明： ）

171 高质量薄层石墨烯粉体、浆料规模制备与产品

成果（项目）简介：

本项目的重点是高质量石墨烯粉体的中试化生产线搭建及放大制备工艺，整个技术路线及工艺流程包括以下几个部分：（1）高质量薄层石墨烯及复合体系的放大制备工艺摸索与优化，（2）高质量薄层石墨烯的中试生产线的设计、加工、搭建和调制，其中生产流程包括：自动进料插层、液相化学解理、自动清洗和干燥流程。（3）石墨烯产品包括粉末和浆料的研制和应用的开发，石墨烯市场推广。产品可用于锂离子电池和超级电容器等储能材料；导电、导热、力学增强、防腐等复合体系添加剂。

目标应用领域（或行业）

锂离子电池、防腐涂料、纺织行业、电子产品导热散热

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

1. 本项目采用的气液相混合解理放大制备技术，不同于传统的氧化还原技术和高温微波解理插层技术，整个制备过程中，几乎没有氧化、低缺陷，使石墨最大程度的保持了层间结构的完整性；并且由于解理作用缓慢，使获得的石墨烯层数较薄。2. 本团队在石墨烯制备及涂层技术等相关领域已申请国家发明专利30多项，其中授权10余项，发表了SCI期刊论文数篇。



技术领域：

- ☐电子信息 ☐装备制造 ☐能源环保 ☐生物技术与医药
☒新材料 ☐其他（请说明： ）

172 石墨烯基高分子聚合物电磁屏蔽材料

成果（项目）简介：

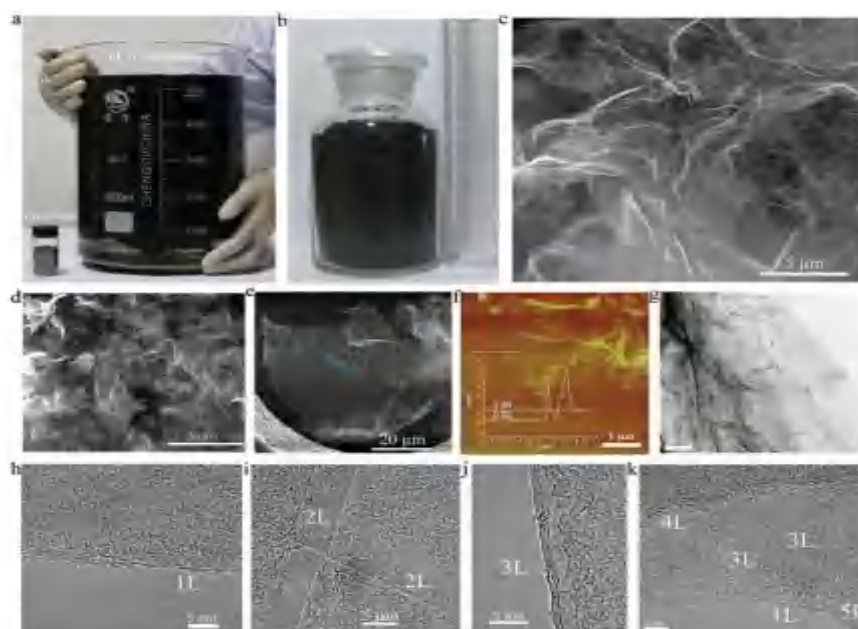
本项目成功制备了一系列石墨烯水性及油性浆料，通过填充及搭桥技术弥补了石墨烯层间电化学接触弱的缺陷，进而通过与高分子聚合物复合提升材料的力学、柔韧等性能，获得了一系列具有优异电磁屏蔽效能和力学强度的石墨烯基高分子聚合物电磁屏蔽涂料。该电磁屏蔽涂料具有保质期长，使用便捷，可涂覆于各种外观和应用场景等优势。且最终涂层具有柔性、轻质、耐腐蚀、耐氧化、屏蔽效能高且以吸收屏蔽为主等优势。

目标应用领域（或行业）

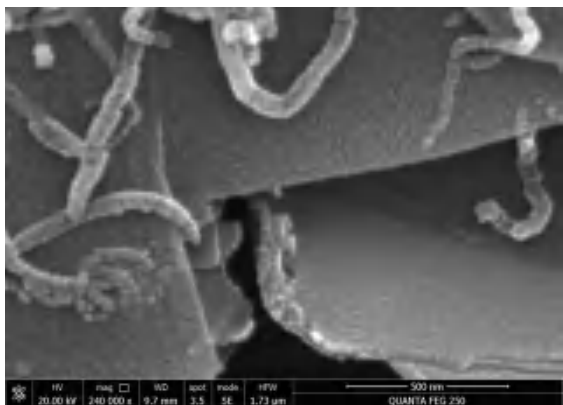
电磁兼容及防护领域

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

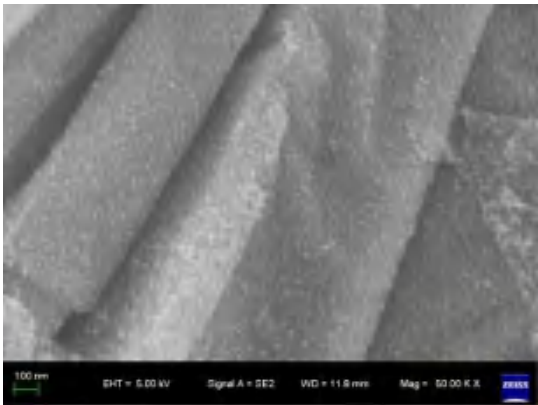
1. 本项目制备的石墨烯基高分子聚合物电磁屏蔽涂层在 50 g m^{-2} 克重时的电磁屏蔽效能 $\geq 40 \text{ dB}$ ，且具有耐腐蚀，耐氧化等优异特性。2. 本成果具有施工便捷、应用场景广和电磁屏蔽性能高的优势。3. 本团队在石墨烯制备及涂层技术等相关领域已申请国家发明专利 30 多项，其中授权 10 余项，发表了 SCI 期刊论文数篇。



高质量薄层石墨烯浆料的照片及其 SEM、AFM、TEM 表征图



石墨烯和碳纳米管搭桥的 SEM 图



石墨烯和纳米铁材料复合填充的 SEM 图



水性石墨烯基高分子聚合物浆料涂覆于镀铜导电布

技术领域:

- ☐ 电子信息
- ☐ 装备制造
- ☐ 能源环保
- ☐ 生物技术与医药
- ☒ 新材料
- ☐ 其他（请说明： ）

173 石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料添加剂

成果（项目）简介：

本项目通过使用纳米石墨烯，微纳功能材料，和先进高分子树脂技术，开发出一系列用于腐蚀防护的功能性涂层体系：包括石墨烯锌底漆，高固含或无溶剂环氧厚浆涂料，高固含耐候防污面漆，抗静电耐化学腐蚀的内衬涂料。具有低VOC，长效防腐，耐高温，疏水自洁，用于钢结构防腐和石油储罐管道的耐热腐蚀防护。这些产品经过从实验室性能到现场涂装工艺应用的测试，已在桥梁钢结构，工程机械防护和火电厂维修取得应用。

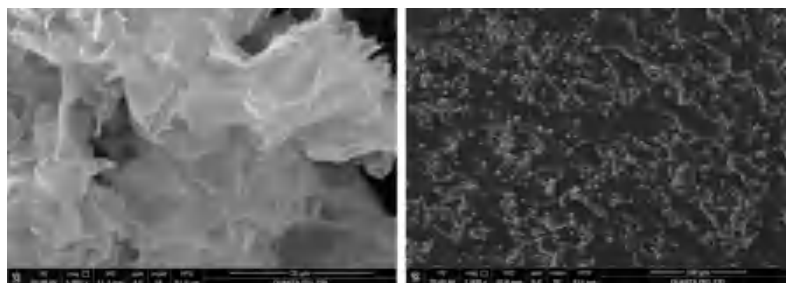
目标应用领域（或行业）

金属腐蚀防护领域，钢结构防腐，工程机械、轨道交通、桥梁船舶、风电核电涂料等

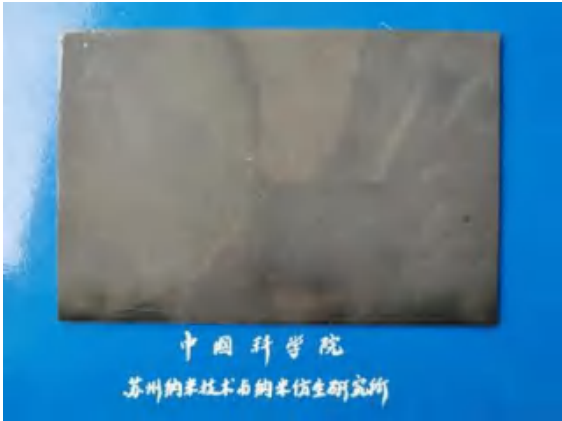
成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

该项目的创新和优势：不仅提供环保方案包括高固含，无溶剂和水性的钢结构防腐技术，而且赋予功能耐候表面，耐温隔热，经济的材料成本和良好的施工性能。是可直接产业化的系列产品：（a）石墨烯锌底漆，拥有高固含和水性两种技术，具有国内外最高的防腐性能，超过钢结构防腐 25 年的抗盐雾的性能；而且节约锌资源降低成本（b）疏水自洁的氟碳和有机硅表面涂料，无粉化，优异的保色性，桥梁，风电和混凝土防护的高性能面漆。（c）无溶剂双组分聚酰胺环氧防腐涂料，防腐耐磨，耐化学品的溢漏和飞溅，底面一道成型大大的降低施工成本。（d）水性耐温隔热防腐一体化涂层，提供耐温到 300° C，代替具有健康风险的玻璃岩棉落后的保温方式，解决行业的难点 CUI-保温层下的腐蚀问题。

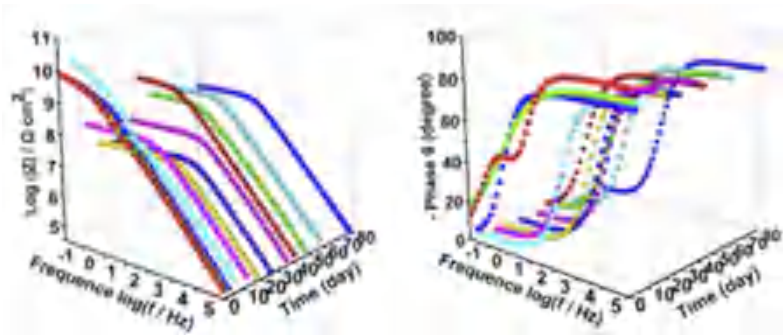
团队核心人员来自国际企业，具有前沿的产业化技术，开发具有独立知识产权的技术，是在工业和海洋涂料防护应用市场公认的先进应用技术。



高质量薄层石墨烯粉体及石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料截面 SEM



石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料涂覆于 Q235 钢



石墨烯基环氧锌粉重防腐涂料的 Bode



EP、EP-40% Zn、EP-40% Zn/0.5 % G、EP-40% Zn/1 % G 涂层

初始及耐盐雾 1500 h 后的外观光学照片

技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
- ☒ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

174 透明电磁屏蔽

成果（项目）简介：

金属网格柔性透明电磁防护，透过率可达 85%以上，方阻低于 $0.1 \Omega/\square$ ，10kHz-20GHz 电磁屏蔽能效超过 40dB;80%透过率下电磁屏蔽能效超过 50dB

优势在于高透过全频段高屏蔽能效，柔性大面积。

目标应用领域（或行业）

电磁防护

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

金属网格透明电磁屏蔽膜已与多家应用单位建立了合作。技术达到行业领先水平。

千人计划强力创新团队，与产业链深度合作紧密，在行业富有影响力，与欧菲光、华为、OPPO、维信电子、昇印光电等行业优势企业建立合作。

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药

☒ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

175 透明电加热膜

成果（项目）简介：

该技术基于自主知识产权的金属网格柔性透明导电膜，透过率可达 90%以上，方阻低于 $0.1 \Omega/\square$ ，加热金属网格线宽仅 $3\mu\text{m}$ 。

优势在于高透过不影响视线；大面积加热非常均匀，温控偏差小于 0.1 度；除冰防雾效率远高于热电阻丝（整面加热，热传递效率更高）；直流加热，驱动电压低，为 ITO 类样品驱动电压的十分之一，用于眼镜上小电池即可驱动。成本低，稳定性高（10000 次加热无衰减），柔性可绕折；大面积低成本。

目标应用领域（或行业）

汽车/飞机玻璃除冰防雾；头盔、眼镜（防护镜）防雾，门窗加热变色；地宫博物馆展品橱窗防潮除湿。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

金属网格透明导电膜技术已经与南昌欧菲光合作，实现了原创纳米银网格透明导电膜触摸屏技术大规模量产，触屏广泛用于联想、DELL、HP 等知名品牌显示器上。该技术荣获 2014 中国专利金奖，2014 年全球印刷电子最佳制造技术进步奖。同时我们承担了国家战略纳米先导专项子课题“透明导电膜”的项目。

加热除冰已用于欧洲企业直升机， $800\text{mm} \times 1200\text{mm}$ ，已通过验证并供样。防护眼镜防雾已受霍尼韦尔关注与合作要求；汽车除冰已受行业关注，军民融合方面也有需求。

国家级重点人才计划强力创新团队，与产业链深度合作紧密，在行业富有影响力，与欧菲光、华为、OPPO、维信电子、昇印光电等行业优势企业建立合作。

拥有多项中国发明专利。

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药

☒ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

176 透明显示电路

成果（项目）简介：

该技术基于自主知识产权的金属网格柔性透明导电膜，透过率可达 90%以上，方阻低于 $0.1 \Omega/\square$ ，把电路变得透明实现透明显示。

优势在于高透过低电阻；可大面积；可转移；能解决大面积 OLED 顶发射因透明阴极电阻大的压降问题导致的亮度不均问题。或解决透明 micro-LED 导线挡光问题提高光透过率，大大提升产品用户体验。

目标应用领域（或行业）

汽车/橱窗显示用透明 micro-LED 电路；大尺寸顶发射 AMOLED 阳极共电极；透明天线

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

金属网格透明导电膜技术已经与南昌欧菲光合作，实现了原创纳米银网格透明导电膜触摸屏技术大规模量产，触屏广泛用于联想、DELL、HP 等知名品牌显示器上。该技术荣获 2014 中国专利金奖，2014 年全球印刷电子最佳制造技术进步奖。同时我们承担了国家战略纳米先导专项子课题“透明导电膜”的项目。

透明 micro-LED 已与维信诺建立合作意向；正在筹划国家重点研发计划 micro-LED 显示的研发平台建设；AMOLED 顶发射共电极已收到京东方、华星光电应用技术需求；透明 5G 天线已与华为合作多年。

国家级重点人才计划强力创新团队，与产业链深度合作紧密，在行业富有影响力，与欧菲光、华为、OPPO、维信电子、昇印光电等行业优势企业建立合作。

拥有多项中国发明专利。

技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☒ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

177 印刷 QLED 显示用的交连型 空穴传辅材料与墨水

成果（项目）简介：

印刷 QLED 显示用的新型交连型的 HTL 小分子材料与墨水，具有高迁移率、深的 HOMO 能级及低的交连温度的优势，填补了行业高性能量子点显示 HTL 材料的行业空白。解决了印刷量子点器件层间互溶、电子空穴注入不平衡、空穴注入到量子点能垒高、界面不稳定等难题，全面提高了量子点显示三基色器件的效率与寿命并降低驱动电压。最终实现高效率，长寿命的喷墨打印量子点器件。最终为量子点显示面板生产企业提供性能优异的关键材料与墨水产品。

目标应用领域（或行业）

新型柔性大尺寸显示，量子点印刷显示

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

1. 技术为行业领先，打印 QLED 效率为最高纪录，已获行业龙头企业 TCL 旗下聚华平台横向项目支持，已有评测报告，成果获行业认可；
2. 成果已获张家港市领军项目支持；
3. 国家级重点人才计划强力创新团队，与产业链深度合作紧密，在行业富有影响力，承担参与印刷显示相关课题国家级项目 6 项，包括参与京东方、TCL 牵头的印刷显示产业化示范项目，包括与出光兴产、星烁、纳晶等行业优势企业建立合作。

已布局了发明专利多项。

技术领域：

- ☐电子信息 ☐装备制造 ☐能源环保 ☐生物技术与医药
☒新材料 ☐其他（请说明： ）

178 可揉搓、可水洗、可拉伸的导电\发光面料

成果（项目）简介：

普通面料表面实现图形化电致发光

核心研发技术：（1）开发了具有柔弹特性的导电浆料；（2）实现了具有耐揉搓特性的透明导电膜；（3）解决了底电极、发光层、顶电极三层之间紧密贴合及封装问题。

产品核心优势：（1）耐揉搓、可水洗满足智能服装要求；（2）图形化发光满足个性化定制；（3）印刷工艺，满足大面积制备

目标应用领域（或行业）

功能化服装领域（单兵作战服、警察制服、矿工制服、环卫制服、户外骑行服）智能家居领域，智能穿戴领域，智能化箱包领域（图形化发光 logo），智能化包装领域

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

技术指标目前在国际上是领先的，本项目获得中科院战略先导 A 类及国家自然科学基金项目资助。项目研发团队人员稳定，学术背景交叉，经验丰富。目前获得多家功能性服装生产厂家的广泛关注，相关对接已经在进行中。本项目以申请发明专利 4 项。具有很好的产业化前景。

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药

☒ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

179 喷墨金属 3D 打印

成果（项目）简介：

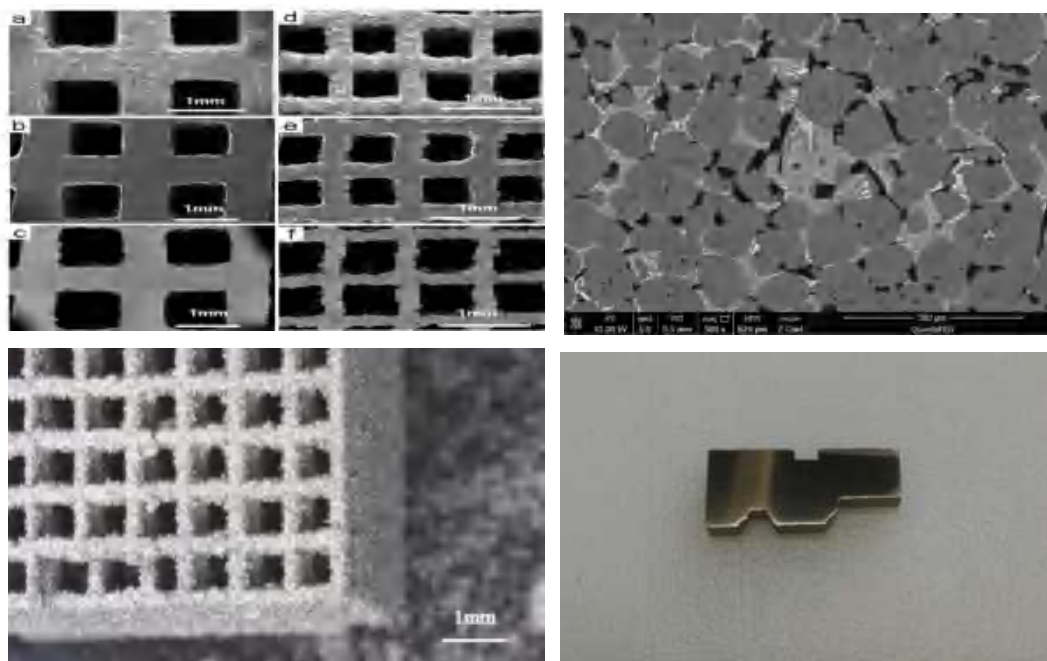
本项目为高速低成本小批量喷墨金属 3D 打印的关键技术，有望降低工业界小批量（5000-10000 件）零部件制造成本，并突破批量零部件制造的设计限制。适用于一系列新的金属零配件生产应用领域，有望融入汽车工业、手机等消费电子、医疗领域和定制工具等小型金属零部件制造环节，为这些产业的轻量化、个性化制造，提供批量化低成本的绿色智能制造能力。

目标应用领域（或行业）

金属零部件高速低成本、批量化、轻量化、定制化制造

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

通过喷墨 3D 打印装备、粘结剂墨水、打印工艺和烧结工艺的系统性研究开发，实现不锈钢打印件的致密度 99.12%，超过惠普和 Digital Metal 等公司，达到国际先进水平；抗拉强度实测达到 540Mpa，达到了中国工程学会高强度钢的标准，接近超高强度钢指标；金属打印件最小细节尺寸达到 200um，可实现高精度复杂金属零部件的设计制作。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☒ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

180 高光谱荧光成像显微系统

成果（项目）简介：

目前市场上显微镜探测波长只能测到 400–900nm，然而该项技术的高光谱荧光成像显微镜荧光检测范围为 400–1700nm，其较宽的光谱范围能非常有效地实现多通道成像。再次，由于近红外二区荧光成像具有高的时间分辨率和高组织穿透深度，可以在不去颅骨的条件下对脑部血管中的血流进行实时成像（50 ms 时间分辨），可以清晰监测约 18 微米（优于目前市场上显微镜的 200 微米）的血管中血液的流动情况，由于血液的流动血管中的荧光强度会随时间有规律性的波动。这种显微活体成像技术对于多种疾病模型的研究具有重要意义。

目标应用领域（或行业）

用于细胞或细胞膜的特异性标记、长时间荧光示踪、多通道荧光成像、高灵敏度和高信噪比活体血管显微成像检测、活体血管血流的动态显微成像检测等。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

该项技术成果属于世界首创，已荣获 2017 年度江苏省科学技术一等奖，实现了细胞、亚细胞水平的实时成像，并可以对小动物活体血管血流的动态进行实时成像。



高光谱荧光成像显微系统

技术领域：

- ☐ 电子信息 ☒ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

181 高生物相容性 Ag_2S 近红外二区荧光探针

成果（项目）简介：

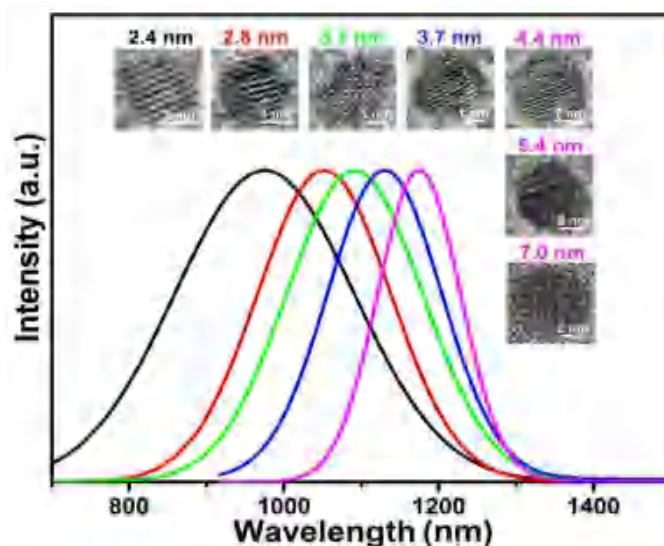
Ag_2S 量子点是一种无毒的具有近红外二区荧光发射的无机纳米荧光探针，其具有高生物相容性、高荧光量子效率、高体内血液循环特性、高化学稳定性、高光学稳定性、高斯托克斯位移等诸多优点，且基于量子限制效应， Ag_2S 量子点荧光可以在近红外二区窗口 1000–1200 nm 范围内进行精确调控，是一种非常理想的近红外二区荧光探针材料。

目标应用领域（或行业）

用于高灵敏度生物检测、特异性标记、肿瘤靶向与早期检测、肿瘤发展、转移和治疗过程示踪、手术导航造影剂等。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

新型的近红外二区 Ag_2S 量子点体系是本团队在国际上首先提出，并通过精细化学反应调控，实现对量子点粒径的精确控制。该项成果已申请国际专利，并获得美国、欧盟、日本、俄罗斯等国家的授权。该项成果于 2017 年荣获江苏省科学技术一等奖。



高生物相容性 Ag_2S 近红外二区荧光探针

技术领域：

- ☐ 电子信息 ☒ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

182 小动物近红外二区荧光活体成像系统

成果（项目）简介：

传统荧光（400–900 nm）成像存在严重的生物自发荧光干扰，并且活体组织（包括皮肤、血液、脂肪等）对该波段光子具有很强的吸收和散射作用，导致其极为有限的组织穿透深度和空间分辨率，无法满足对深层组织和器官的成像需求。相比于传统荧光，生物活体组织对近红外二区荧光（1000–1700 nm）的吸收和散射显著降低，因而，近红外二区荧光成像具有更高的组织穿透深度和空间分辨率，被视为最具潜力的下一代活体荧光影像技术。本项目技术解决了光路设计、光学优化和系统集成等问题，实现近红外二区荧光成像设备“人无我有”的突破。

目标应用领域（或行业）

在小动物活体水平进行实时、无创、动态、定性和定量的影像研究，包括肿瘤早期检测、肿瘤发展、转移和治疗过程、药物筛选、靶向药物和靶向治疗、干细胞活体示踪及其再生医学研究、手术导航、免疫治疗等。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

该项技术成果已荣获 2017 年度江苏省科学技术一等奖，其技术指标具有国际领先水平，实现了在小动物活体水平的高灵敏度、高穿透深度（ ~ 1.5 cm）、高时间分辨率（30 ms）和高空间分辨率（ ~ 25 μ m）的原位、实时影像，已获得 PerkinElmer 等国际高端仪器制造巨头的广泛关注。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☒ 装备制造 ☐ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

183 全自动数字编码悬浮芯片系统

成果（项目）简介：

悬浮芯片技术是新一代生物芯片技术研究平台，可以对临床大多数生物分子（如核酸、蛋白质等）进行高通量分析，目前已经有超过 100 个基于该技术的相关产品通过美国 FDA 和中国 CFDA 认证。作为最新一代的多指标并行检测技术平台，该技术在大规模疾病筛查、临床诊断、健康体检、生物制药、生物医学（包括基因组学、蛋白质组学）研究等领域都有着广泛的应用。现阶段，该领域基本为美国 Luminex 公司所垄断，其在国内的临床应用均需购买昂贵的授权才能进行，国内还没有类似的系统进行商业化。项目目标是从原理上进行创新，发展一种具有自主知识产权的液相芯片技术及检测系统。

目标应用领域（或行业）

体外诊断行业

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

项目系自主研发，获得中国和美国发明专利授权。系统具有以下优势：

1. 数字编码

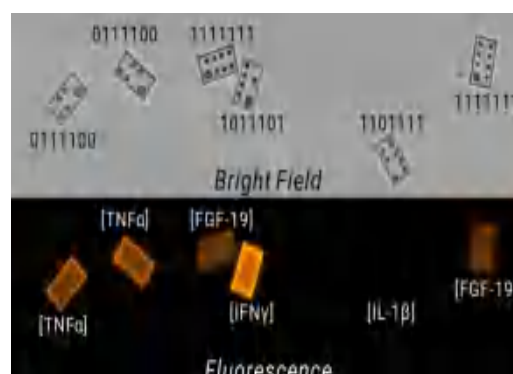
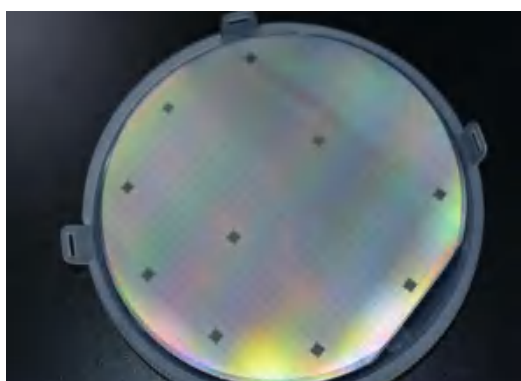
采用半导体工艺技术实现数字编码与精准解码，可编码数百种以上的悬浮芯片，可实现规模化量产；

2. 全自动检测

从样品处理到信号检测与分析全自动完成，无需人为干预， $CV < 5\%$ ；

3. 快速、准确

全过程仅需 1 小时完成 12 个样品的分析，可检测到 0.1pg/mL 的细胞因子，与 3~4 小时的 Luminex 检测结果相当；



技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☒ 生物技术与医药

☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

184 膜活性肿瘤免疫多肽药物

成果（项目）简介：

化疗作为癌症的主要治疗方式之一近年来由于毒副作用大、耐药频发等问题发展陷入瓶颈，而新兴的免疫疗法虽带来新的希望，仍存在响应率低、价格昂贵、免疫毒性等问题。当前对癌症的治疗方法尚未满足愈加严峻的癌症发展形势，开发新机制的抗癌药物迫在眉睫。本项目所用的膜活性阳离子多肽药物作用机制新颖、具备抗耐药和激活免疫的“一药二效”、具有较高的肿瘤杀伤选择性、在动物模型上显示强大的抑瘤效果、安全性良好。该类化合物及其剂型具备“一类新药”潜力（包括创新作用机制、化合物结构、纳米剂型）。若能成功实现临床转化，可产生巨大的经济效益，更能有益于广大的患者而产生重大社会效益。

目标应用领域（或行业）

新药研发，抗肿瘤药物

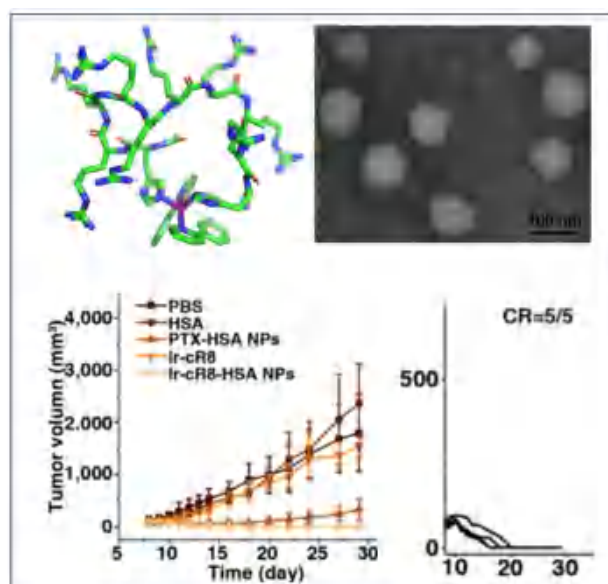
成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

膜活性多肽系列为创新的药物分子，结构和机理新颖，达世界领先水平，其纳米制剂化方法为独有。项目从分子设计到制剂制备的理论与实践流程完备程度处于世界前列。项目组对于膜活性多肽的研究已超十年，对于该类分子的理论研究扎实，具有较强的创新设计能力，成果连续发表在 *J Am Chem Soc*, *Chem Sci*, *J Med Chem* 等多种化学与药学领先刊物上，已授权或申请相关发明专利 8 项，近年持续获国际、国家、省级重点研发基金等资助。

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☒ 生物技术与医药

☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）



185 肿瘤新抗原纳米抗体高效筛选

成果（项目）简介：

针对肿瘤常见的移框突变形成的新抗原肽，应用纳米抗体文库高效筛选亲和蛋白，用低成本表达的方式构建肿瘤杀伤试剂，应用于癌症个体化治疗。该技术也可以应用于诊断相关领域。

目标应用领域（或行业）

生物技术药物；诊断试剂

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

1. 筛选对象可以是病人肿瘤高度特异的新抗原肽；
2. 筛选过程流程化，标准化，快速；
3. 纳米抗体的制备和表达成本低，工程化难度低；

技术领域：

☐电子信息 ☐装备制造 ☐能源环保 ☒生物技术与医药
☐新材料 ☐其他（请说明： ）

186 肿瘤细胞杀伤肽

成果（项目）简介：

开发了一系列具有自主知识产权的多肽，可对癌细胞，尤其是血液癌细胞产生高效的选择性杀伤，其杀伤机理快速，不易产生耐药性，不会诱导基因突变，对于急性白血病或复发性白血病的治疗具有潜在临床应用价值。

目标应用领域（或行业）

生物技术药物

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

1. 以非裂膜方式对癌细胞产生杀伤，大大减低对正常细胞的毒性，例如红细胞；
2. 不易产生耐药性，无致突变作用，作用迅速，降解可控，生物安全；
3. 自主知识产权，发明专利已授权或审核中；

技术领域：

- ☐电子信息 ☐装备制造 ☐能源环保 ☒生物技术与医药
☐新材料 ☐其他（请说明： ）

187 单细胞三维成球培养对人脐带间充质干细胞的优化及其作用机理研究

成果（项目）简介：

脐带间充质干细胞(UCMSCs) 具有来源广泛、多向分化潜能、造血支持，免疫原性低和自我更新等特点，被广泛应用于多种疾病的临床治疗和再生医学研究。目前临床面临的主要问题是：细胞注射量大、异质性、体内存活能力差、二维（2D）培养改变细胞特征等。作为干细胞优化手段，三维（3D）培养可以更好地模拟体内环境，但传统 3D 细胞球的缺陷限制了其临床应用，如：尺寸大不易直接体内注射、内球细胞死亡等。为克服这些问题，基于细胞自我更新理论、细胞芯片和 3D 细胞培养技术，我们设计开发了一种新颖的单细胞来源细胞球（single cell derived sphere, SCDS）制备方法，与 2D 和传统 3D 细胞球相比、SCDS 在很多方面有适于临床需求的优势，如：小的尺寸、胁迫耐受、干性维持、体内归巢、炎症和免疫反应等。目前，研究已经验证，通 2D 和多细胞球比较，其在急性肝损伤修复方面具有非常明显的效果。

目标应用领域（或行业）

广泛应用于多种疾病的临床治疗和再生医学研究

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

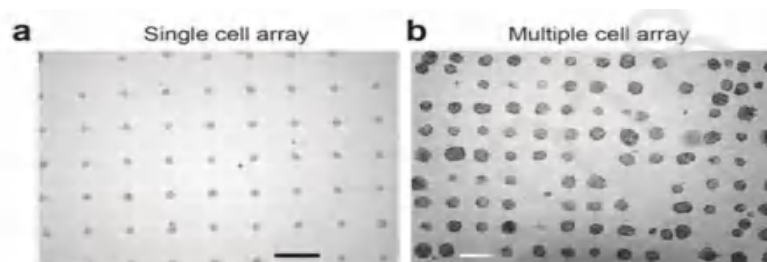
目前，MSC 的 SCDS 属于首创，未发现国内外有相关报道。整体技术平台上，我们处于绝对领先的位置。

和目前存在的多细胞球培养相比，我们研发的 SCDS 具有如下优势：1）以干细胞自我更新为基准筛选和驯化 UCMSC，干细胞的自我更新能力表现为单个细胞的增殖能力，单细胞芯片结合 3D 细胞培养技术获得的 SCDS 既是对细胞自我更新能力的筛选，也是对细胞自我更新能力的恢复；2）通过筛选和驯化，SCDS 在细胞活力和生物学特性方面较为均一；3）SCDS 的尺寸较小，通常在 50 微米以下，可以不通过酶解，直接用于机体注射；4）与 2D 培养细胞相比，SCDS 球体表面有基质保护，使细胞更易于抵抗不利生存环境，如酸、碱和酶解等；5）SCDS 更易进入 G0 期，利于细胞保持干性和抵抗不利生存环境；6）与 2D 培养细胞相比，SCDS 的离散度更高，利于细胞在机体内运输和分布；7）由一个细胞

来源的几个细胞有机地结合在一起，有利于形成功能单位并较快发挥作用；8）SCDS 在不良生存环境中的耐受性可能有助于其应用于 3D 生物打印和类器官构建研究。

从技术方法本身上来看，不存在较为复杂的设计；但是我们的培养是在具有生物可溶性好的微溶胶环境条件下的 3D 培养，因此培养环境的独特性创新对于细胞的存活和增殖是非常重要且难以复制的（条件较为复杂）。

从成本角度看，由于我们的芯片不是建立在传统固相基底表面，而是利用柔性材料进行了有效替代，从而有效的降低了芯片成本。另外，芯片生产的上游部件是可进行多次重复使用的，因此成本也得到了有效减低。从有效性上讲，我们研发生产的 SCDS 在众多水平上都表现出了优异的特征，完全可以在体外增殖过程中最大情况的保持了细胞本身的特性，从而更加有效的为后期的治疗提供符合要求的干细胞。



基于细胞芯片的单细胞和多细胞阵列

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☒ 生物技术与医药

188 新型高效低毒纳米农药开发

成果（项目）简介：

本团队最近研发了一种性能独特的纳米材料。该纳米材料可有效负载不同种类常用农药。以其中一种市场广泛销售的农药为例，该纳米材料农药负载率很高（大于 100%），显著高于其它纳米材料。且该纳米农药能有效地向水中缓慢释放农药，一定程度实现了农药的控缓释，有利于提高农药的效果发挥。上述农药制成纳米农药后对光热等稳定性大幅提高，有利于显著改善农药的使用效果。还有一点是制成纳米农药后农药的毒性显著降低，这对于最大程度降低农药对人的健康和环境的影响具有重要意义。本团队研发的纳米材料制备方法简单、成本低廉，产出量大。同时由于本纳米农药的药效较高，可以大大降低农药的使用量，降低成本，从而获得较高的利润。

目标应用领域（或行业）

本项目开发的纳米农药适用于农作物、水果蔬菜及各种经济、观赏类植物的病虫害防治。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

本团队一直致力于纳米载药体系的构建研究，取得了许多重要科研成果，在国际一流刊物发表 60 余篇学术论文，相关关键技术也申请了国际和国内专利保护，获美国授权专利 1 项、中国 6 项。目前已与国内某大型农药企业合作，正在共同研发新型高效低毒纳米农药，并取得了一些重要进展。

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☐ 能源环保 ☒ 生物技术与医药

☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

189 成熟的多肽筛选平台及其在 肿瘤诊治领域的应用

成果（项目）简介：

多肽具有比拟抗体的生物学特性，并且具有低廉以及制备简单的优点，目前广泛用于生物医学的各个领域。本成果使用的多肽筛选技术为细菌表面展示技术，结合分选流式细胞仪，可以高通量地获得感兴趣的多肽分子。

该技术优于业内常用的噬菌体展示及酵母展示技术，速度更快，而且可以在原位进行多肽亲和性和特异性的鉴定。利用该技术目前已经成功筛选到针对肿瘤细胞本身或其特异蛋白的结合/拮抗多肽，用于肿瘤诊断（循环肿瘤细胞检测）和肿瘤治疗（针对免疫检查点的肿瘤免疫治疗及细胞治疗等）。

目标应用领域（或行业）

对具有肿瘤早期诊断和精准治疗作用的多肽进行高效筛选及临床前验证

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

高效多肽筛选·平台在国内该领域内具有一定的知名度，占据领先的地位，运用该平台已经成功筛选获得至少 5 种不同类别的多肽用于肿瘤的诊治，其研究成果多数已经发表在国际一流杂志上，并获得了国家省市各级项目的资助。其中针对 PD-L1 的拮抗性多肽的相关成果不但发表在国际知名的肿瘤免疫研究杂志，而且得到了诸多媒体的转载报道，吸引了若干家创投企业的关注。目前我们所拥有的多肽筛选平台除了为本研究团队筛选感兴趣的多肽以外，也为药企和国内其他高校医院等进行服务，已经成功完成相关的两个项目。我们根据平台筛选获得的具有肿瘤诊治功能的多肽均做了有效专利布局。

技术领域：

☐电子信息 ☐装备制造 ☐能源环保 ☒生物技术与医药

☐新材料 ☐其他（请说明： ）

190 高压砷化镓激光能量转换器

成果（项目）简介：

该项目采用高性能隧穿结将多个 GaAs 子电池垂直串联起来而构成叠层多结电池，具有输出电压高、工作电流小和对输入光束质量要求低以及在高功率密度下可获得高转换效率的优点。通过多结电池结构设计、MOCVD 材料生长和电池片工艺技术研究，研制了转换 800–850nm 激光能量的 GaAs 六结光伏电池。受光面直径为 2mm 的 GaAs 六结电池器件在输入 808nm 激光功率为 1W 时的开路电压大于 6V、转换效率达到 50%。采用研发的技术制作大面积电池组件可用于大功率激光能量传输系统。

目标应用领域（或行业）

激光光纤输能系统、激光无线传能。

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

研制的 GaAs 六结激光光伏电池在 808nm 输入功率为 1W 时转换效率达 50%，属于国内领先、国际先进水平。研究团队拥有包括多结 GaAs 激光光伏电池结构设计和仿真、MOCVD 材料生长及电池片加工等完整的 GaAs 多结激光光伏电池技术。相关技术做了国内外专利有效布局。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： 激光光伏电池）

191 防霾防有害气体空气滤膜

成果（项目）简介：

传统的防尘纱窗通过在复合纱窗中设计活性炭海绵层，实现对尘埃和有害气体的过滤吸附，但是它的透光性差，透气性差，且不能对有害气体进行检测和降解。

本成果发明了一种防霾防有害气体空气滤膜。该滤膜通过静电纺丝和相分离的办法制备，由纳米多孔的纳米纤维组成，且其中能掺杂能吸附吸收空气中的 VOCs、NO_x、SO_x、NH₃ 等有害气体并产生颜色响应的有机或无机添加剂和/或能通过光催化方式降解这些有害气体的光催化剂等。

本成果的防霾防有害气体空气滤膜可以高效的滤除空气中的 PM_{2.5}、PM₁₀ 等颗粒污染物，同时还可高效的识别、清除空气中的多种有害气体，例如 VOC 有害气体的降解，NH₃ 的去除和原位显色监测等，在空气净化领域具有广泛应用前景，例如可以应用于纱窗、口罩、过滤网等空气净化设备。

目标应用领域（或行业）

纱窗、口罩、过滤网等空气净化设备

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

本成果中，透过率为 90% 的空气滤膜能实现 PM_{2.5}、PM₁ 等颗粒 95% 以上的去除效率，耐久性好，而且可以实现 VOC 有害气体的降解，NH₃ 的去除并实现原位显色监测等。已针对本成果做了专利有效布局，并已申请国际专利。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

192 新型电致变色技术和器件

成果（项目）简介：

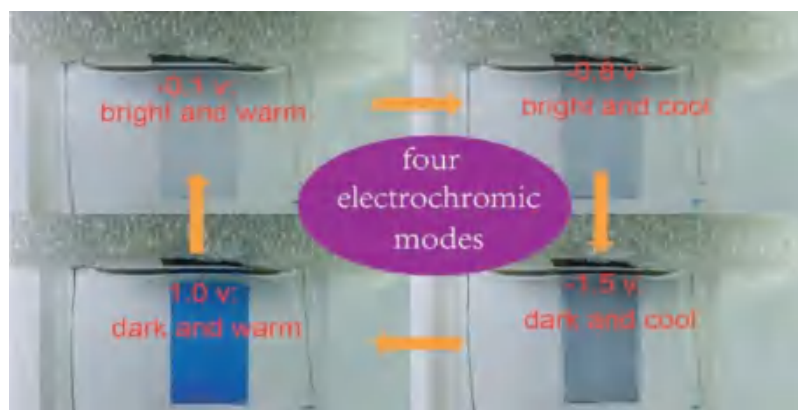
电致变色是电致变色材料的光学属性在外加电场的作用下发生稳定、可逆的变化现象，在外观上表现为颜色和透明度的可逆变化，其应用最广泛的是电致变色智能窗，可以通过改变电压而使窗户呈现不同的透明度，以达到人们最舒适的光线环境。然而太阳光中除了包含让我们看得见的可见光，还包含带有绝大部分热量的近红外光。本成果发明出新型的电致变色技术，可以独立调控可见光和近红外光，不仅可以调控智能窗的亮暗程度，还能调控智能窗的冷热模式。本成果的新型电致变色技术可以使智能窗拥有亮模式、暗模式以及热模式、冷模式的功能，这可以提高建筑的能源使用效率以及人们的舒适度。

目标应用领域（或行业）

智能窗

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

发明了可见光和近红外独立调控的新型电致变色技术，能实现光的明暗已经冷热调控，发表了高水平学术论文并申请了专利，引发学术界和工业界广泛关注。



技术领域：

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

193 大面积薄膜光伏电池

成果（项目）简介：

便携式电子产品以及可穿戴领域的发展，使得人类需要时时刻刻获得高效、长效的移动能源。轻质柔性的薄膜电池可以与轻量化的可穿戴、便携式电子产品兼容，是理想的能源供给方案。该技术提供的超轻柔薄膜太阳能电池具有轻质、柔性、重量比功率密度高、颜色丰富等优点，目前已经取得重量比功率密度超过 4 KW/Kg 以上。该类电池且具有室内弱光环境下光电转换效率高的优势，可作为便携式、可穿戴电子设备、飞行器等的能源供给方案。

目标应用领域（或行业）

可穿戴电子设备、便携式发电、飞行器等的能源供给

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

本技术依托中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所印刷电子研究中心，该中心拥有多种印刷制备光电器件的设备，并具备相关设备使用的先进经验。本团队研发获得的柔性有机太阳能电池中等面积电池认证效率达到世界领先水平，已经在相关技术领域布局国内外发明专利 20 余项。团队目前正在开展超柔薄膜电池组件的制备，并研发柔性电子的封装与系统集成技术，有望 2 年内实现柔性薄膜电池充电产品在无人机、可穿戴设备上的应用。

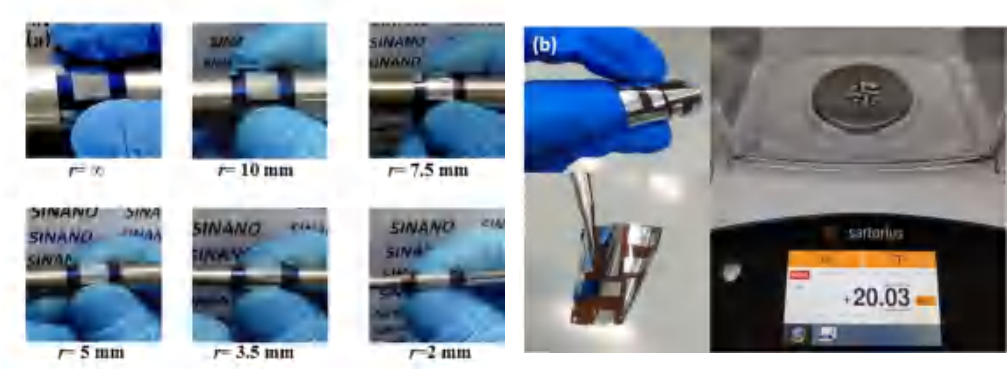


Figure 4a-2

电池照片以及称重照片

技术领域：

- ☐ 电子信息
- ☐ 装备制造
- ☒ 能源环保
- ☐ 生物技术与医药
- ☐ 新材料
- ☐ 其他（请说明： ）

194 高导热金属表面微纳加工及传质传热强化

成果（项目）简介：

根据金属散热器高性能需求，团队针对高导热铜材和铝材先后开发了一系列超疏水超亲水表面微纳加工技术，可分别实现冷凝和沸腾传热性能的大幅度提升。目前，团队正致力于上述高效传质传热界面开发及其在散热领域的应用探索。

目标应用领域（或行业）

相变传热器件与散热应用

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

团队负责人高雪峰研究员曾先后入选中国科学院青年创新促进会首批优秀会员（2015）、江苏省 333 高层次人才培养工程中青年科学技术带头人（2016）；江苏省杰出青年基金（2017）。近年来先后承担科技部战略电子材料重点专项课题、国家重大科学研究计划课题、基金委面上、江苏省杰出青年科学基金、江苏省工业科技支撑计划项目、中科院重点部署项目子课题、中科院苏州纳米所所长创新基金。相关成果已获专利授权：具有微尺度自驱动滴状冷凝功能的新型铝材及其制备方法（ZL201310147598.2）；高效传热纳米铜材及其制备方法（ZL201310147598.2）；具有强化泡核沸腾传热功能的铝材及其制备方法（ZL201310340124.X）。

技术领域：

☐电子信息 ☐装备制造 ☒能源环保 ☐生物技术与医药
☐新材料 ☐其他（请说明： ）

195 新型高灵敏度激光水质在线监测仪

成果（项目）简介：

本项目创新性地提出双通道自校准激光后向散射干涉方法，研制出一种反映水质状况综合指标的极富实用价值的光学折射率在线监测仪。

新型折射率水质监测仪几乎可以检测水中所有的可溶性化学污染物引起的折射率变化，拓宽现有水质监测仪对于水体污染物的检测范围，成本低、灵敏度高、维护方便。

新型折射率水质监测仪作为现有传感器的重要补充，既可以作为独立传感器，还可以作为一个模块集成在多参数监测系统里，以较低成本安装在现有给水管网或地表水监测站中，探测现有的单一参数检测仪及集成式多参数监测仪检测不到的水质变化或水质安全事件，实现对于突发性水污染事故的更准确早期预警，同时可以助力提升我国在水质监测仪器领域的产业水平和核心竞争力，为推动我国自主品牌的树立和智慧水务的建设做出重要贡献。

目标应用领域（或行业）

水质监测仪行业

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

1. 技术指标在国内外或行业内的先进性

现有水质监测传感器基本都是利用特定的物理或化学指标进行水质评价，只能检测部分特定的水体污染物，容易造成漏检。本项目提出利用激光后向散射微干涉方法快速测量水体折射率，实现单一传感器检测水中几乎所有可溶性化学污染物（或组合），成本低，灵敏度高（可检测到微克/升），维护方便。

2. 成果（项目）所获各级项目支持

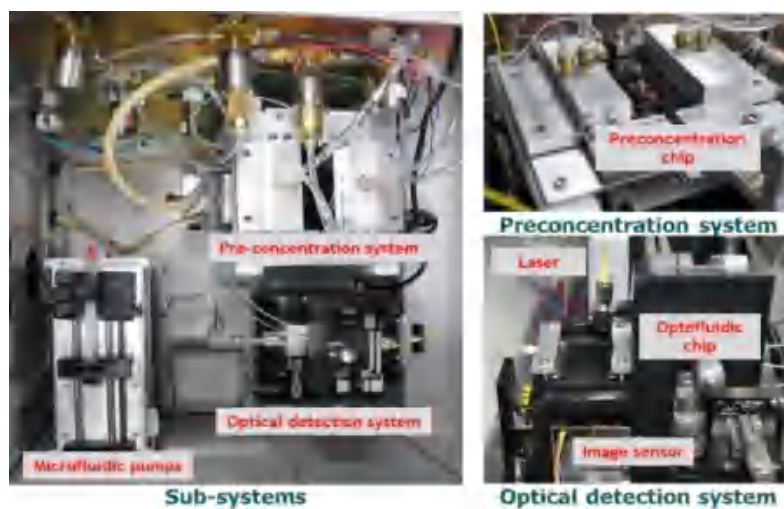
成果已获得各级项目支持，包括：国家自然科学基金、中国科学院优秀青年促进会基金、江苏省自然科学基金、苏州市应用基础研究基金等

3. 团队优势

团队成员平均具有多年海外留学或工作经历，长期从事光学、微纳设计加工和微生物检测等领域的研究和产业化工作，在相关学术或产业化方面均获得丰硕的成果，是一支高水平专业互补的年轻团队。

4. 国内外知识产权布局情况

围绕项目核心技术布局申请国家发明专利 5 项, 已有 2 项国家发明专利授权。



技术领域:

- ☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药
☐ 新材料 ☐ 其他 (请说明:)

196 燃料电池电源系统

成果（项目）简介：

目前已经研制出集燃料存储、系统控制、燃料电池电堆等成套的燃料电池电源系统。电池的功率从 0.1W - 500W 可选，整个能量密度高达 500Wh/kg，具有比锂离子电池高 2-3 倍的能量密度。该电源体积小巧，比能量高，续航时间长，在电动车和户外电源应用方面有较大优势。

目标应用领域（或行业）

电动车、户外电源

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

该成果相关内容获得吉林省自然科学奖一等奖（排名第四）

已申请或授权相关专利 5 件

在催化剂、燃料电池等方面初始国际先进水平

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药

☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

197 超大规模低成本储能系统

成果（项目）简介：

目前已经研制出基于氢气和廉价材料的超大规模储能技术，该技术的原材料便宜易得，储能系统简单可靠，适用于 GW 级甚至 TW 级的超大规模储能。该技术的循环稳定性高（20000 次）、循环的效率（>85%）、寿命长（20 年），推广容易。

目标应用领域（或行业）

用于电网的超大规模储能

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

该成果相关内容获得吉林省自然科学奖一等奖（排名第四）

已申请或授权相关专利 6 件

电池的双极板厚度小于 1 mm

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药

☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

198 小体积、低重量、低成本燃料电池电源系统

成果（项目）简介：

目前已经研制出集燃料存储、系统控制、燃料电池电堆等成套的燃料电池电源系统。电池的功率从 0.1 W - 5000 W 可选，整个能量密度高达 1000 Wh/kg，具有比锂离子电池高 3-6 倍的能量密度。该电源体积小巧，比能量高，续航时间长，在电动车和户外电源应用方面有较大优势。

目标应用领域（或行业）

电动汽车、电动摩托、野外移动电源

成果（项目）创新性/主要优势/知识产权布局

该成果相关内容获得吉林省自然科学奖一等奖（排名第四）

已申请或授权相关专利 5 件

双极板厚度小于 1 mm

电堆功率密度大于 15000 W/L 和 9000 W/kg

技术领域：

☐ 电子信息 ☐ 装备制造 ☒ 能源环保 ☐ 生物技术与医药

☐ 新材料 ☐ 其他（请说明： ）

中国科学院 苏州生物医学 工程技术研究所

199 激光扫描共聚焦显微

成果介绍：

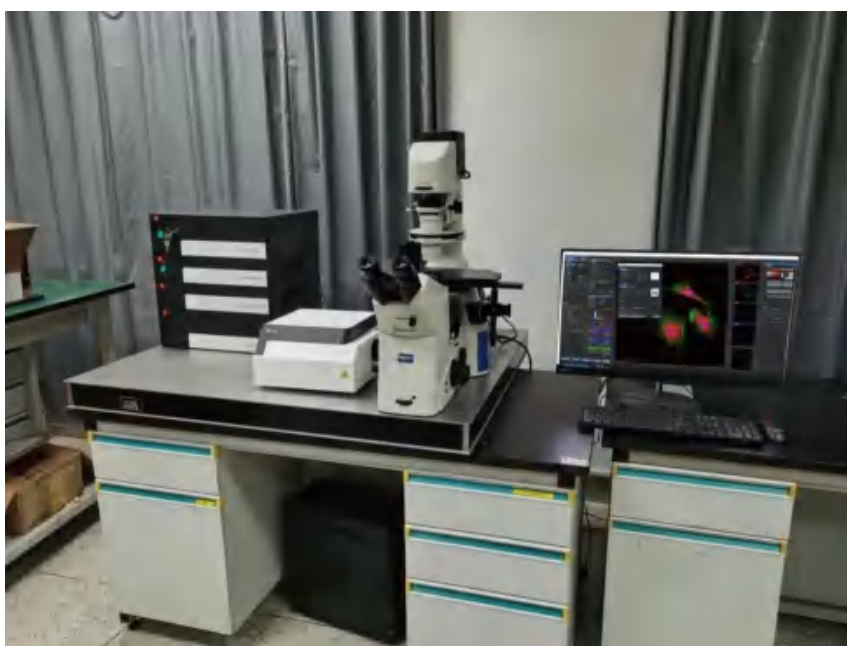
激光扫描共聚焦显微镜（CLSM）是研究亚微米细微结构的有效技术手段，是国内外从事生物、医学等科学研究的必备科研仪器。相比于传统荧光显微镜，该产品大幅提高了图像分辨率与对比度，可实现光学层切，三维成像。该产品填补了国内共聚焦显微镜的空白，将推动光学显微技术进入一个全新的应用阶段，带动和促进我国高端显微镜行业的升级，具有重要意义。

应用场景：

适用于生物科研、病理观察、高校教学等应用场景。

项目进展：

已完成工程化并转交给长春中科科仪技术有限公司进行试生产，知识产权以普通许可方式授权给源点国视（广州）科技有限责任公司。



成熟度：

- ☐ 完成原理验证 ☐ 小试，原型样机 ☐ 中试、工程样机
☒ 生产、实际产品

200 STED 超分辨显微镜

成果介绍：

受激辐射损耗（Stimulated Emission Depletion, STED）显微术是一种主流光学超分辨显微成像方法，可观察亚细胞微细结构，用于生物学基础和前沿研究。中科院苏州医工所推出分辨率达 50nm 的 STED 超分辨显微镜样机，采用超连续谱皮秒 脉冲光源，分出两路光，一路作为激发光（488nm），另一路作为损耗光（592nm）；在 损耗光光路中设置一个 $0-2\pi$ 的涡旋相位板在物镜焦点处形成一个中央光强为零的面包圈形的损耗光斑；激发光在物镜焦点处形成一个高斯分布的激发光斑；采用单光子计数器进行荧光探测。激发光波长和损耗光波长可根据需要进行定制。STED 显微镜入选中科院 2019-2022 年自主研制仪器名录。目前已发表论文 8 篇，其中 SCI 收录 4 篇，EI 收录 3 篇；已申请专利 17 项，其中发明专利 13 项，实用新型专利 4 项。

应用场景：

适用于生命科学研究等应用场景。

项目进展：

可以销售



成熟度：

- ☒完成原理验证 ☒小试、原型样机 ☐中试、工程样机
☒生产、实际产品

201 双光子荧光显微镜

成果介绍:

结合了激光扫描共聚焦显微镜和双光子激发技术的特点,可以对生物样品进行非侵入性研究,不仅可以减少对生物样品的光损伤,还可以在 $700\text{ }\mu\text{m}$ 深度的三维空间上获得亚微米的成像分辨率。

应用场景:

适用于生命科学研究等应用场景。

项目进展:

可以销售



成熟度:

☐ 完成原理验证 ☐ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机

☒ 生产、实际产品

202 STORM 超分辨显微镜

成果介绍:

了解细胞内分子尺度的动态和结构特征是生命科学迫切需要解决的问题,要求远场光学成像在纳米或亚纳米量级的空间分辨率。

随机光重建显微技术 (STORM) 其分辨率可以达到横向分辨率 20nm, 轴向分辨率 50nm, 达到单分子定位的精度。

应用场景:

适用于生命科学研究等应用场景。

项目进展:

可以销售



成熟度:

- ☐ 完成原理验证 ☐ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机
☒ 生产、实际产品

203 远程会诊软件

成果介绍:

本产品是一套跨平台、多终端的远程会诊系统,支持 Windows, IOS, Android 三大常用操作系统,并基于云架构实现了数字病理切片数据、医学影像数据的云端传输与在线浏览、电子白板等功能,使各科室医生可通过该平台利用音视频通话作为基础的沟通工具,以在线的数字病理扫描圆像实时浏览、医学影像二维浏览与三维重建为主要诊断依据,通过电子白板、标注共享等方式进行诊断意见的交流,最终形成会诊结论。此外,本课题所开发的平台还可通过云服务与数字病理切片扫描仪对接,将扫描图像自动上传至云平台,由异地医生提供读片诊断服务。

应用场景:

形成区域医院服务网络,纵向三级联动服务模式。实现区域分级诊疗,建立城多协同救治体系。

项目进展:

试用单位:

- (1) 苏州大学附属第一医院
- (2) 吉林大学中日联谊医院
- (3) 无锡市人民医院



成熟度:

- ☐完成原理验证 ☐小试、原型样机 ☒中试、工程样机
☐生产、实际产品

204 人工智能医学影像分析系统

成果介绍:

本产品是一款面向临床辅助诊断分析的科研系统,基于人工智能的分析方法,建立医生专属的人工智能分类模型,实现疾病良恶性识别、恶性程度分级、转移风险评估和预后分析。系统可实现多模态、多时相医学图像数据的批量计算,包括数据读写、预处理、特征提取、特征筛选和特征分类等功能,具有流程化的操作步骤、一体化的软件界面和数据接口。

应用场景:

本产品功能全面,支持 CT、MR 和 PET 等多种模态影像数据处理,能够服务于多科室,满足临床科研需求;技术先进,可通过多种方式对病变图像进行分析,实现疾病良恶性识别、恶性程度分级、转移风险评估和预后分析,此外既可以做回顾式研究,也可以做前瞻式研究;高效便捷,界面优化,设计合理,操作便捷。提供交互、测量、窗宽窗位调节、面绘制、体绘制、分割、配准和三维建模一站式服务,大大提高医生工作效率;数据安全,注重医生专属模型隐私保护,数据本地保存,无需上传云端,避免数据外泄数据安全有保障。

项目进展:

- | | |
|---------------|-------------------|
| (1) 苏州大学附一院 | (2) 苏州大学附属第二医院 |
| (3) 苏州科技城医院 | (4) 苏州大学附属儿童医院 |
| (5) 苏州市第五人民医院 | (6) 吉林大学中日联谊医院 |
| (7) 丽水市中心医院 | (8) 济国科医工科技发展有限公司 |



成熟度:

- ☐ 完成原理验证 ☐ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机
☒ 生产、实际产品

205 超声内窥镜系统

成果介绍:

超声内窥镜利用人体腔内器官,如食道,支气管等人体组织不同结构层的不同声波回波特性,通过高频超声 360 度机械扫描断层成像,获得器官及外围组织结构的超声图像,显示肿瘤等组织的病变信息,为肿瘤诊断提供重要判断依据。

应用场景:

适用于超声消化内镜、超声支气管镜等应用场景



成熟度:

☐完成原理验证 ☒小试、原型样机 ☐中试、工程样机
☐生产、实际产品

206 三重四极杆质谱仪

成果介绍：

三重四极杆质谱仪是一款专业的临床医学和精准医疗领域检验设备. 作为小分子定量检测金标准, 可用于新生儿遗传代谢病筛查、治疗药物浓度监测、维生素含量检测、激素含量检测等领域, 具有高灵敏度、高特异性、高准确度、线性范围宽及高通量等优点, 实现定性定量分析, 适用于各大医院、第三方检验机构及科研院校等。

应用场景：

适用于各大医院、第三方检验机构、科研院校等应用场景。

项目进展：

该型号质谱已完成成果转化, 下一代质谱已立项研发



成熟度：

- ☐ 完成原理验证 ☐ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机
☒ 生产、实际产品

207 数字 PCR

成果介绍:

数字 PCR 是一种新的核酸检测和定量分析技术, 相比第二代实时定量 PCR, 可以不依赖于标准曲线和参照样本, 就能直接检测目标序列的拷贝数, 具有更好的灵敏度和特异性。数字 PCR 的原理是将一个标准 PCR 反应分配到大量微小的反应器中, 在每个反应器中包含或不包含一个或多个拷贝的目标分子, 实现“单分子模板 PCR 扩增”, 扩增结束后, 逐个对每个微滴进行检测, 根据泊松分布原理及阳性微滴的个数与比例直接计算出目标序列的起始拷贝数。该技术在极微量核酸样本检测、复杂背景下稀有突变检测和表达量微小差异鉴定方面优势明显, 得到普遍认可。

本项目产品突破了“多重微弱微滴荧光激发技术与微滴特征识别算法”、“百微米级微流控芯片的批量化制备”和“数字 PCR 通用试剂耗材制备”等关键技术, 已经形成了性能稳定的数字 PCR 微滴生成仪和读数仪, 配套微滴生成芯片和通用试剂耗材, 组成了测试性能稳定可靠的数字 PCR 测试平台, 市场潜力巨大。

应用场景:

适用于肿瘤伴随诊断、病毒含量分析、药物残留测试和基因定量检测、环境及食品监管、制药等应用场景。

项目进展:

已入选中科院自主仪器名录, 并完成了工程化样机研制



成熟度:

- ☐ 完成原理验证 ☐ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机
☒ 生产、实际产品

208 医用双激光流式细胞仪

成果介绍：

医用双激光流式细胞仪是一款双激光六色流式细胞仪，可满足市场上 90% 以上的使用需求。应用场景包括临床诊断和科研市场，其中临床市场主要包括：淋巴细胞分群，HLA-B27 强直脊椎炎检查，白血病分型，干细胞计数，DNA 周期及倍体分析，CD4 绝对计数和细胞移植交叉配型等；科研市场主要包括：细胞大小、粒度、表面积分析和核浆比例，DNA、RNA、蛋白质含量，染色体分析，细胞表面/胞浆/核的特异性抗原，细胞酶活性，细胞受体和凋亡等。

应用场景：

适用于医院检验科、生物医学实验室等应用场景。

项目进展：

完成了双激光立体光束整形技术的验证，检测电路与检测液路的研制等，现已形成工程化样机。



成熟度：

☒完成原理验证 ☐小试、原型样机 ☐中试、工程样机
☐生产、实际产品

209 免疫荧光定量分析仪

成果介绍:

本设备是采用现代光电技术研发的一种用于荧光分析试剂条定量分析的智能化仪器,光路采用共轭成像技术,具有很强的光学灵敏度和抗干扰性,使用彩色大尺寸触摸显示屏,很好的人机交互性,试剂卡数据曲线采用 RFID 无线射频识别技术存储,项目代码管理及切换更灵活,内置热敏打印机,可以实时打印检测报告,内置条码扫描探头,可以自动识别试剂卡类型并匹配矫正曲线,配合各类荧光分析试剂使用,可以方便、准确、快速地检测人体相关参数。

应用场景:

适用于免疫荧光层析检测试剂条的判读、数据处理、数据存储和数据上传等应用场景。

项目进展:

完成工程样机。



成熟度:

☐完成原理验证 ☐小试、原型样机 ☒中试、工程样机
☐生产、实际产品

210 手持式干化学分析仪

成果介绍：

手持式干化学分析仪是基于干化学分析技术的一款便携式产品，产品使用方便，操作简单，测试准确，满足用户对自身代谢性慢病生化指标长期监控的实际需求。该系统可通过采集用户指尖末梢血，对其尿酸、血脂、血糖等指标进行即时检测，可以一滴血测试单项也可以测试多项指标。测试数据可上传至云端，用户可以利用小程序客户端管理测试数据，进行个性化健康管理，医生可以利用医院端对用户数据收集并管理，提供实时用药和生活指导。仪器和试剂片均已获批医疗器械注册。

应用场景：

适用于药房、社区、家庭、体检中心、专业科室等场景。

项目进展：

成果已转化到中科嘉睿（天津）医疗科技发展有限公司，已取得仪器和配套试剂的注册证，可以正常销售。



成熟度：

- ☐完成原理验证
- ☐小试、原型样机
- ☐中试、工程样机
- ☒生产、实际产品

211 第四代艾滋荧光检测试剂

成果介绍：

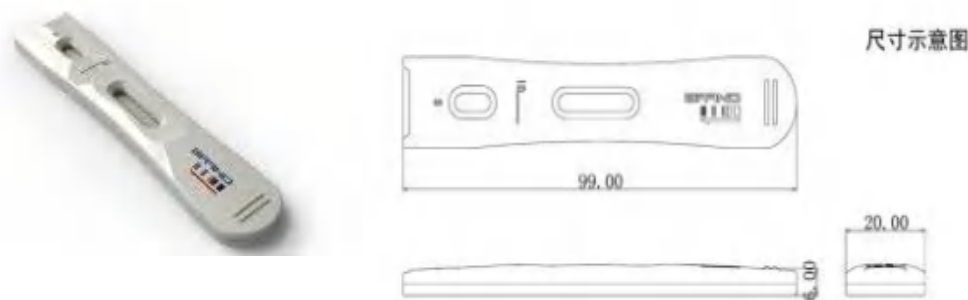
第四代艾滋荧光检测试剂是在第三代的基础上加入了 HIV-1p24 抗原检测系统，可同时检测 HIV 抗体和 P24 抗原，P24 是 HIV-1 的一种特征性抗原，在感染 HIV-1 后，患者血清中最先出现 P24 抗原，在窗口期检测 P24 抗原是早期辅助诊断和进一步缩短窗口期的一种有效方法。P24 抗原检测，可以使抗体的窗口期缩短一周，有助于 HIV 急性感染者抗体转阳之前的诊断窗口期缩短 4 至 7 天，灵敏度较第三代试剂有所提高，假阳性率也有所增加，但能够尽量避免漏检。

应用场景：

适用于输血前血液安全筛查、街头采血车献血前初筛、医院卫生所体检工作辅助等应用场景。

项目进展：

2018 年 6 月至 12 月完成基础方法学可行性研究；2019 年 1 月至 06 月完成包被蛋白性能研究与蛋白配对测试；2019 年 7 月至 11 月完成试条制作工艺研究；2019 年 12 月至今进行试条技术工艺改进。



成熟度：

- ☐完成原理验证
- ☐小试、原型样机
- ☒中试、工程样机
- ☐生产、实际产品

212 高危型 HPV 核酸分型试剂盒

成果介绍:

本试剂盒通过 3 管 5 重荧光定量 PCR 反应可以实现对 HPV16 和 18 以外的 12 种高危型 HPV 病毒的分型, 其中每管反应可以对 4 种高危型 HPV 病毒进行分型, 每管反应还同时检测人基因组 DNA 作为细胞内质控, 以避免因采样失误造成的假阴性。荧光通道设计适用于多种进口和国产荧光定量 PCR 仪, 其中 ABI 7500 和 ABI7500 Fast 已得到验证。

应用场景:

适用于 HPV 感染阳性患者感染型别鉴定应用场景。

项目进展:

试剂盒已成型



成熟度:

☐完成原理验证 ☒小试、原型样机 ☐中试、工程样机
☐生产、实际产品

213 高危型 HPV 核酸检测试剂盒

成果介绍:

宫颈癌是仅次于乳腺癌的女性癌症的第二大杀手,超过 99%的宫颈癌的发生都与高危型 HPV (HR-HPV) 的长期持续感染有关。目前世界卫生组织认定的可以诱发宫颈癌的高危型 HPV 一共有 14 个基因型:PV16, 18, 31, 33, 35, 39, 45, 51, 52, 56, 58, 59, 66 和 68。本试剂盒产品可以实现在单管荧光定量 PCR 反应体系中同时检测上述 14 种 HR-HPV 病毒的基因组 DNA。

应用场景:

适用于宫颈癌早期筛查与诊断应用场景。

项目进展:

完成了超过 1000 例临床样本检测试验。对 436 例临床样本的检测结果显示与 cobas 试剂盒的检测结果显示一致率达到 92. 2%, 并且部分性能指标超过 cobas 试剂盒: 1、比罗氏试剂盒更均一的检测精度; 2、对 HPV52 的检测灵敏度大大高于罗氏试剂盒 (HPV52 在东亚包括中国的感染率和危害性显著大于其它地区)。



成熟度:

☐ 完成原理验证 ☒ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机
☐ 生产、实际产品

214 智慧健康一体机及其管理系统

成果介绍:

本产品可为企事业单位、基层医疗和养老机构等组织建立成员个人电子健康档案,提供自助体温、尿酸、血压、血脂、血糖、尿液、心电 7 大类 30 余项生理指标进行健康检测,对健康指标异常、心脑血管疾病及卒中风险等异常状况智能提醒,健康报告智能生成及远程管控,最终为个人健康管理服务联动体系的建立以及分级诊疗系统的构建提供支撑工具与管理平台,目前产品分为随诊包和台式一体机两种类型,产品由健康一体机(包括主控、5G 通信模块和血压、血糖、血脂等检测终端)和配套的管理软件系统(包括一体机软件、健康管理软件和微信小程序用户端)组成,用户可通过身份证或手机号等方式进行快速用户注册建档,对用户多项生理指标进行检测,各项检测数据通过无线上传汇集至健康一体机,并同步上传至云服务器。用户可通过微信小程序用户端查看其历次检测数据,并可随时查看智能健康风险评估分析报告(心脑血管疾病和卒中风险评估、糖尿病病发风险评估)与专家健康管理建议、查询健康饮食、在线挂号问诊、购买居家健康设备等多项服务。

应用场景:

本产品主要为企事业单位、基层社区和乡镇卫生院等医疗机构和日间照料中心、护理院等养老机构建设智慧健康管理服务平台,可为企事业单位、养老机构等建立成员个人电子健康档案,适用所有人群,特别是三高人群、心脑血管疾病人群和体温异常人群,提供自助体温、血氧、血压、血脂、血糖、尿液、心电等健康检测,对心脑血管疾病及卒中风险等异常状况智能提醒,健康报告智能生成及远程管控。

项目进展:

已采购客户:

- (1)养老机构:居家乐(福星养老集团)、乐惠居(南京索酷)、上海蒔花斋等;
- (2)医养融合:南京 IDT 等;
- (3)职业健康管理:上海消防、南京奇致源等;
- (4)远程辅助诊疗:浙大台州研究院、苏州科罗博等;
- (5)基层诊疗:丽水中心医院、南京国科未来、吉林蓝光等



成熟度:

- ☐完成原理验证 ☐小试、原型样机 ☐中试、工程样机
☒生产、实际产品

215 被动储能式重力支撑下肢外骨骼

成果介绍:

被动储能式重力支撑下肢外骨骼,具有全下肢辅助支撑的功能,被动储能的助力行走功能。借助于重力辅助支撑系统分担患者一部分的体重,实现被动式助力行走,提高下肢肌肉的协调性,增加关节的活动度,从而提高患者下肢的运动功能。可以辅助因下肢关节、肌肉组织损伤或骨骼疾病引起的下肢功能受限的患者进行节能行走,以及减少从事具有重复性动作、作业时间较长或强制体位的工作人员的下肢劳动损伤。

下肢外骨骼应用广泛,但国内的市场大多被国外占领,因此,开发一款具有自主知识产权的被动储能式下肢外骨骼符合可以大幅度增加该类产品的市场竞争力,同时被动储能式外骨骼与同类外骨骼产品相比较价格将会更低,应用环境更广泛。

应用场景:

本设备可应用于家庭辅助支撑助力行走,医院用康复辅助设备,重体力劳动工作环境中,军事负重辅助训练等。

项目进展:

已完成样机两台



成熟度:

☐完成原理验证 ☒/小试、原型样机 ☐中试、工程样机
☐生产、实际产品

216 认知障碍康复训练系统

成果介绍:

针对阿尔茨海默症、脑卒中等认知障碍人群,产品面向医疗机构、特教学校、养老机构,为认知功能障碍患者提供 3D/2D 模式的记忆、注意、计算、思维、知觉和执行功能等互动训练课程。系统具有个性化训练虚拟场景以及自适应调控的训练难度,基于虚拟现实技术进行认知功能的诊断、训练与评估,对认知障碍患者训练的立体视觉、过程量化和趋势分析有积极的意义。

应用场景:

适用于医疗机构、特教学校、养老机构中认知障碍人群的认知康复训练等应用场景。

项目进展:

完成 3 个版本的工程样机迭代设计,完成 2 个版本的软件系统开发,目前处于临床试验和完善优化阶段。



成熟度:

☐ 完成原理验证 ☐ 小试、原型样机 ☒ 中试、工程样机
☐ 生产、实际产品

217 多生理参数智能衣

成果介绍:

面向军队、武警、消防和体育等特种领域从业人员生命体征的数字化和信息化监控需求,产品以智能T恤衣作为载体,采用分布式织物电极传感技术,具备多导心电、心率、呼吸率、皮温、血氧、皮电和运动姿态等参数采集功能,实现人体多生理参数信号无线监测、存储和分析,可通过在线或离线方式对参试人员的体征状态进行连续动态的无感监控,软件平台具备剩余体能及应激状态评估功能,对特种行业的人员培训信息化、精准化有积极的意义。

应用场景:

适用于军队、武警、消防和体育等特种领域从业人员生命体征的数字化和信息化监控等应用场景。

项目进展:

完成2批次的小批量量产,有销售和试用,目前在完善优化阶段



成熟度:

- ☐ 完成原理验证 ☐ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机
☒ 生产、实际产品

218 家庭自理轮式助行机器人

成果介绍:

基于社会与市场的需求分析和国内外研究现状,针对老年人、下肢残疾人 and 中风偏瘫病人等运动障碍患者的生活自理问题,突破自理助行总体结构技术、防摔防撞安全技术和室内外自主行驶技术等关键技术,研制出一种家庭自理轮式助行机器人,辅助运动障碍患者独立完成上下床、洗漱、用餐、上厕所、康复训练、户外出行和商场购物等日常活动,使运动障碍患者基本可以实现生活自理,降低人工护理的劳动强度,减轻或消除运动障碍患者的身心痛苦,提升运动障碍患者的生活品质和幸福指数,创造良好的社会效益和经济效益。

应用场景:

适用于老年人、下肢残疾人 and 中风偏瘫病人等运动障碍患者,辅助解决康复训练和生活自理等应用场景。

项目进展:

已基本完成原理样机试制,正在开展手机 APP 联调与外形工业设计



成熟度:

☐ 完成原理验证 ☒ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机
☐ 生产、实际产品

219 动静态平衡训练与评估系统

成果介绍:

动静态训练与评估系统是一款利用三维动态平台的主动改变,促使人体的平衡姿势的动态适应,达到增强本体感觉、激发核心力量的提高、提升平衡能力、改善协调能力等综合训练效果。由站立架、运动平台和具有视、听觉刺激回馈的训练评估软件三部分组成。系统通过硬件配置可实现动、静态两种训练与评估模式,其中包含 11 种训练项目和 7 种评估项目。产品结合趣味性游戏,实现各个情景模式下的个性化训练和评估,最大程度地帮助患者有效恢复身体平衡功能。

应用场景:

适用于平衡功能障碍、前庭功能及姿势控制障碍、骨科手术后的平衡能力恢复等应用场景。

项目进展:

完成原理样机研制



成熟度:

☒ 完成原理验证 ☐ 小试、原型样机 ☐ 中试、工程样机
☐ 生产、实际产品

220 失能老人智能辅助护理与监护系统一体化解决方案

成果介绍:

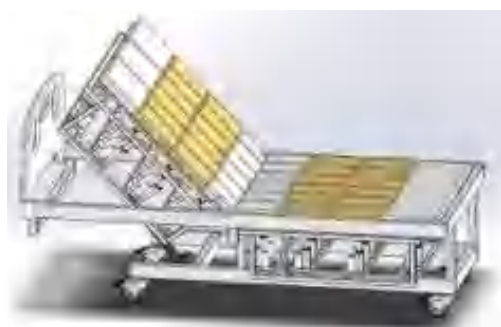
面向长期卧床、生活不能自理的失能和半失能老人,针对其生活特点和护理需求,研发了一款失能老人智能辅助护理与监护系统,包括智能辅助护理、监护、陪护三大系统模块及一个健康管理平台。结合我国养老护理的实际需求,研发出高性价比的智能护理设备有着重大的社会意义,既可以解决我国人口老龄化所带来的社会问题,又能为未来老年人新的生活模式提供技术支持,同时巨大的市场需求也将带来可观的经济收益。

应用场景:

适用于机构、养老院、居家环境等应用场景。

项目进展:

已完成原理样机 1 台



成熟度:

☒完成原理验证 ☐小试、原型样机 ☐中试、工程样机
☐生产、实际产品

221 智慧居家养老整体解决方案

成果介绍：

围绕政府养老、社会化养老和老年人应急救援等需求，运用“互联网+”思维、先进的信息化、智能化技术手段，建立起养老大数据平台，实现科技养老和智慧养老，构建了“互联网+居家养老”信息化系统，研发了全套家庭养老床位系统：非接触式睡眠体征监测仪、无线智能网关、紧急呼叫器、尿湿报警器、门磁/水浸/红外/燃气/烟感等安防设备、语音视频通话产品及其他创新类智能产品等，让老年人在家养老成为可能，解决了养老问题的痛点和难点。

应用场景：

适用于创面早期急性治疗与长期康复护理应用场景。

项目进展：

- (1)居家养老云平台、微信公众号、微信小程序端部署完毕；
- (2)整套居家养老产品进入实际生产和试点应用阶段



+成熟度：

- ☐完成原理验证
- ☐小试、原型样机
- ☐中试、工程样机
- ☒生产、实际产品

222 以人为本的整合型医疗服务生态体系

成果介绍：

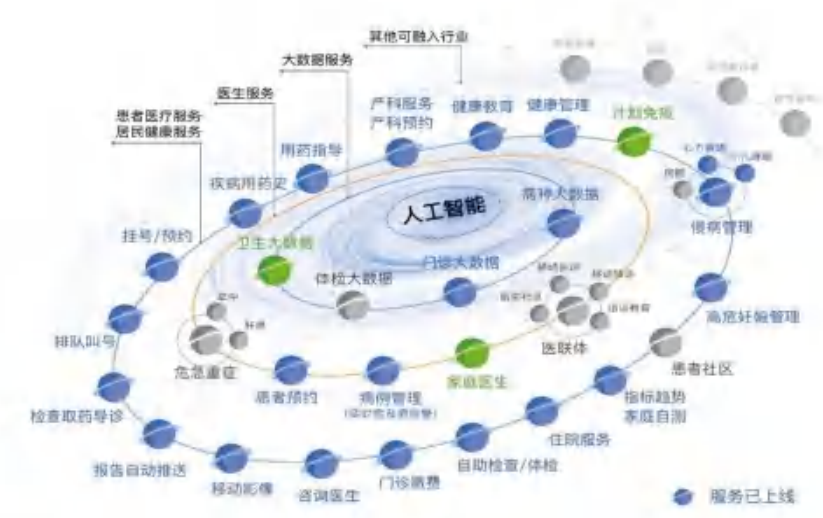
摒弃传统“碎片化”的软件开发模式，通过“互联网+”创新医疗卫生服务模式，整合、汇聚、创新激活资源，支撑“服务”和“数据”成为医院发展的双引擎，实现医患高度参与的全方位、全周期医疗服务。主要包括三个阶段：一、覆盖诊前、诊中、诊后的线上线下一体化医疗服务模式；二、基于健康大数据(包括临床数据)的单病种患者真实世界、全生命周期数据服务和管理体系，其核心为病种的防治康数学模型；三、产业融合。

应用场景：

(1) 患者门诊、住院和体检的线上线下服务；(2) 孕产妇高危妊娠“5 色法”管理、小儿哮喘健康管理；(3) 心力衰竭、肺结节单病种数据中心和临床科研等。

项目进展：

目前处于阶段 2, 针对慢性病、退行性疾病和恶性肿瘤



成熟度：

- ☐完成原理验证 ☐小试、原型样机 ☐中试、工程样机
☒生产、实际产品

223

心理与认知能力测评系统

成果介绍：

睡眠健康与认知能力测评系统，简称 PVT 检测仪，主要用于睡眠健康与认知能力测评，通过匹兹堡睡眠质量指数测评，焦虑自评量表、抑郁自评量表、心境状态量表等 18 种心理健康测评，及视警觉性测试警觉测试(PVT)等 6 种认知能力测试，评估相关行业人员的中枢疲劳程度，评价用于相关行业人员作业疲劳卫生防护措施的应用效果，进一步提升一体化睡眠觉醒与认知功能的实时监控与评估技术水平。

应用场景：

适用于医院、眼科诊所等应用场景。

项目进展：

已结题



成熟度：

- ☐完成原理验证
- ☐小试、原型样机
- ☒中试、工程样机
- ☐生产、实际产品

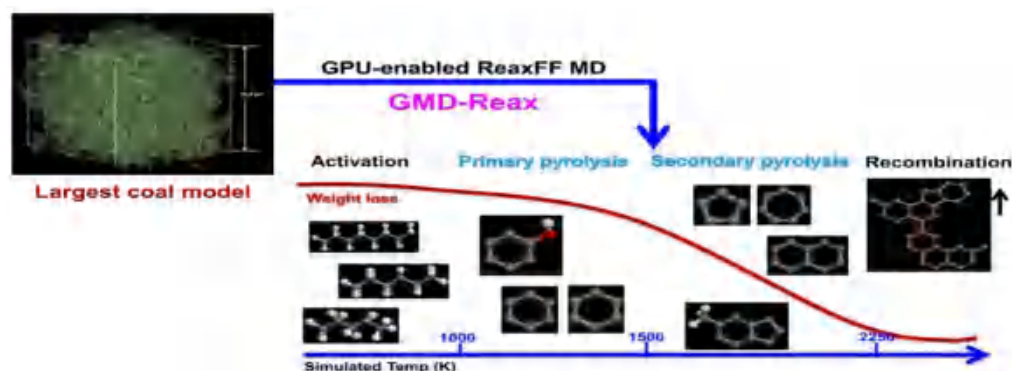
中国科学院 过程工程研究所

224 基于 GPU 的 ReaxFF MD 加速软件 GMD-Reax

项目简介:

化学反应分子动力学 ReaxFF MD 是从分子尺度描述复杂反应的新方法, 已广泛应用。GMD-Reax 是国际上首个基于单 GPU 加速的 ReaxFF MD 软件。GMD-Reax 比国际主流 CPU 程序单节点计算能力提升一个量级以上, 使得大规模复杂反应体系模拟成为可能。可轻松进行~10,000 原子的大规模反应分子动力学模拟, 大至 10 万原子规模体系。GMD-Reax 已应用于煤/生物质/多组分燃料/含能材料等热解或氧化反应的高效模拟。

摘要图:



技术特点:

与经典分子动力学相比, ReaxFF MD 慢了 20~50 倍, 其模拟的时空尺度还不能满足研究需求。如何提升 ReaxFF MD 的计算性能, 是将其应用于大规模、复杂分子体系化学反应模拟的关键。近几年, GPU 图形处理单元 (Graphic Processing Unit) 应用于高性能科学计算, 特别是分子动力学的 GPU 计算的成为热点。GMD-Reax 充分利用了 GPU 强大的流处理器和 CUDA 支持大量线程级并行的特点, 针对 ReaxFF 算法中各项势能作用分别采用不同的计算任务组织策略以提升整体性能; 并通过粒子按列存储、避免逻辑判断、使用耗时少的数学函数、减少原子操作、用空间换取时间等一系列手段, 全方位、精细优化了各计算环节, 使得 GMD-Reax 的整体计算性能突出。

示范与应用:

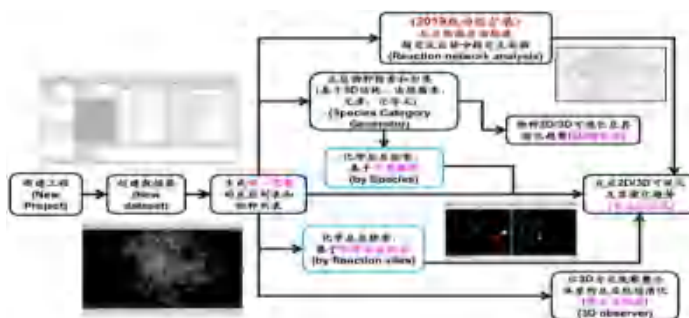
GMD-Reax 软件已被 ReaxFF MD 提出者 van Duin 团队测试使用, 并尝试在国内学术界有偿推广。

225 ReaxFF MD 反应自动分析与 可视化软件 VARxMD

项目简介:

VARxMD 是针对反应分子动力学模拟 (ReaxFF MD) 进行反应深度分析的独特工具。可基于反应位点和唯一物种自动生成完整反应列表, 通过 2D 或 3D 观察反应位点成断键细节。可按物种化学结构特征对反应物/产物/反应位点进行筛选和统计, 分析反应物消耗或产物生成路径及产量, 自动生成反应网络。VARxMD 已应用于~10,000 原子模拟反应分析, 应用领域包括煤/生物质/多组分燃料/含能材料等热解、氧化反应机理及分子筛催化机理分子筛催化揭示。

摘要图:



技术特点:

VARxMD 是国际上首个针对反应分子动力学 (ReaxFF MD) 模拟结果进行化学反应深度分析的先进工具。其独特之处在于反应分析的算法领先, 反应分析建立在 3D 化学结构分析之上, 通过周期性边界自动处理提升了应用于大分子体系的能力, 算法实现了反应相关的原子成断键判别和唯一物种识别, 从而获得了包含完整反应细节的分析结果; 还可以通过拾取反应体系的一个特定的空间 3D 反应区域, 聚焦和追踪局部反应和物理性质, 这是其他同类工具所不具备的。VARxMD 自动生成的化学反应完整列表和反应网络均包含反应位点的 2D 和 3D 信息, 用户可直接观察每个反应原子的成键、断键的细节, 基于唯一物种的化学结构特征筛选特定的化学反应或追踪反应网络等。已经应用于~10,000–100,000 原子的大规模反应分子动力学模拟的反应分析, 应用领域包括煤/生物质/多组分燃料/含能材料等热解、氧化反应及分子筛催化过程机理揭示。

示范与应用:

VARxMD 软件已经开始在国内学术界有偿推广, 目前用户单位包括国内高校、中国科学院、国防相关的研发机构、企业等 20 家用户。

226 能量最小多尺度 EMMS 软件

产品概述:

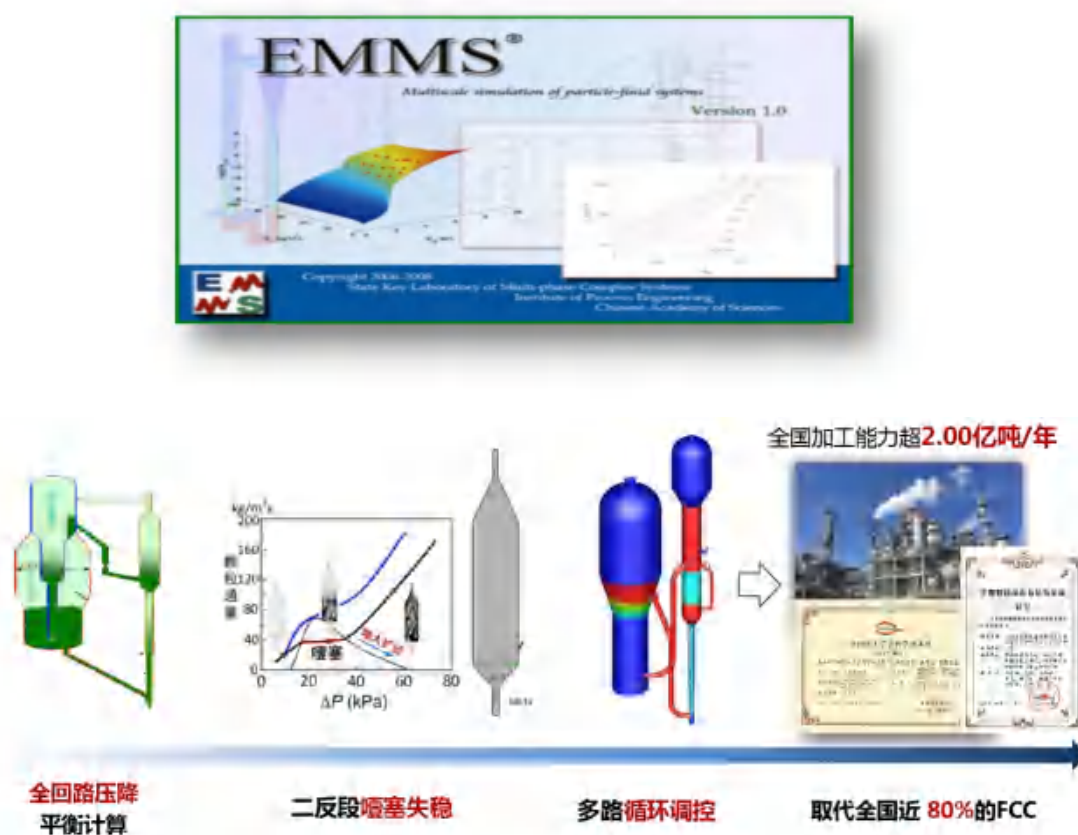
流化床反应器流域转变预测软件, 可提供气固相间曳力系数、相间传质/传热系数等重要参数, 可与各大商业/开源软件耦合计算。

功能特色:

是国内唯一可预测流化床流域转变的计算工具; 被主流商业软件 Barracuda 和开源软件 MFIX 开发和推荐; 全球最主要的流体模拟软件 Fluent 全部模块引用的 678 篇文献中, 该模型是中国独立研发的唯一成果; 在相间作用力方面, 此软件考虑了流体结构对“三传一反”的影响, 工业预测误差可控制在 30% 以内, 精度显著高于现今主流商业软件。

典型应用:

软件助力新型催化裂化 (MIP) 反应器的初步设计、分布板优化、噎塞故障预测、反应器放大到全国大规模推广; 实现了甲醇制烯烃反应器从小试到工业规模的放大模拟; 实现了工业锅炉多粒径颗粒的有效预测。



支撑中石化清洁汽油生产新工艺 MIP 持续升级

227 格子多相流体力学模拟软件 LMFD

产品概述:

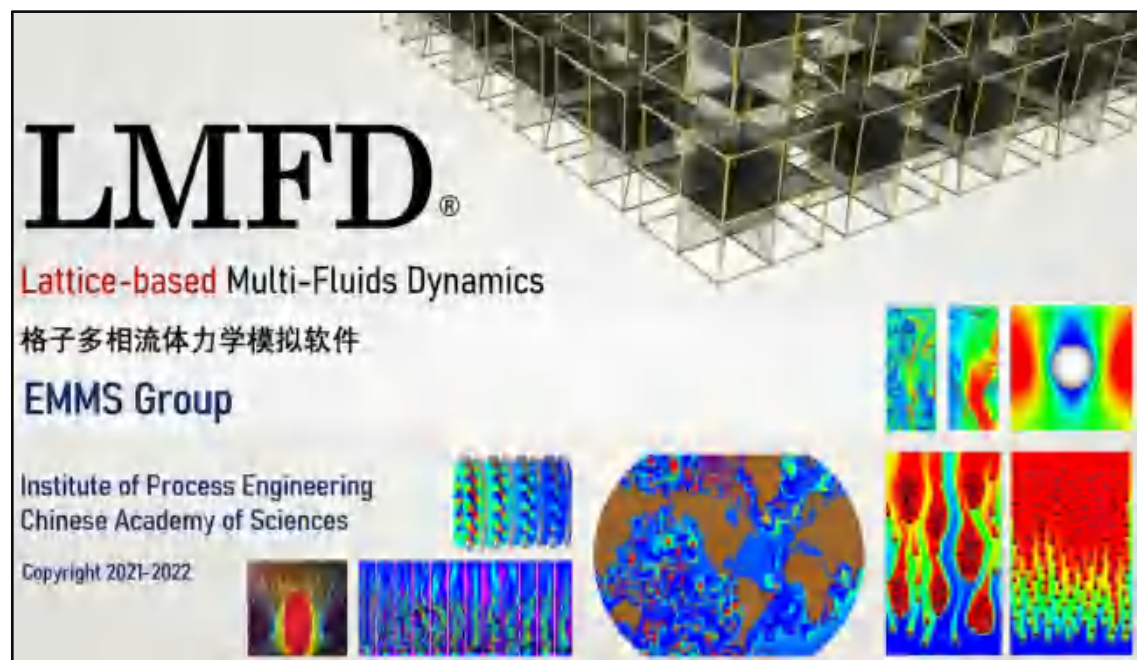
格子 Boltzmann 框架下的多相流体力学模拟仿真平台,具有丰富的物理模型、先进的数值方法和独特的前后处理功能,在化工、冶金、能源、水利、环保、航空航天等相关领域具有广泛的应用背景。

功能特色:

采用面向对象的 C++ 编程,软件功能丰富、通用性好、运行效率高。采用易于并行的显式算法,计算速度快,避免了传统的有限差分 and 有限体积等方法中全局通讯和处理复杂边界等方面的困难;适用于 CPU 和 GPU 等计算平台,便于实现大规模仿真计算。

典型应用:

既能服务于颗粒多相流直接数值模拟和离散颗粒模拟等基础研究,也可以应用于流态化与多相流反应器等工业过程仿真设计。LMFD 耦合了流动、传递与反应模型,可进行多物理场耦合计算,已开展了机翼和发动机叶片设计、光伏电站工程设计及气候模拟等方面的工作。



格子 Boltzmann 框架多相流流体力学模拟仿真平台

228 多尺度离散模拟软件 DEMms

产品概述:

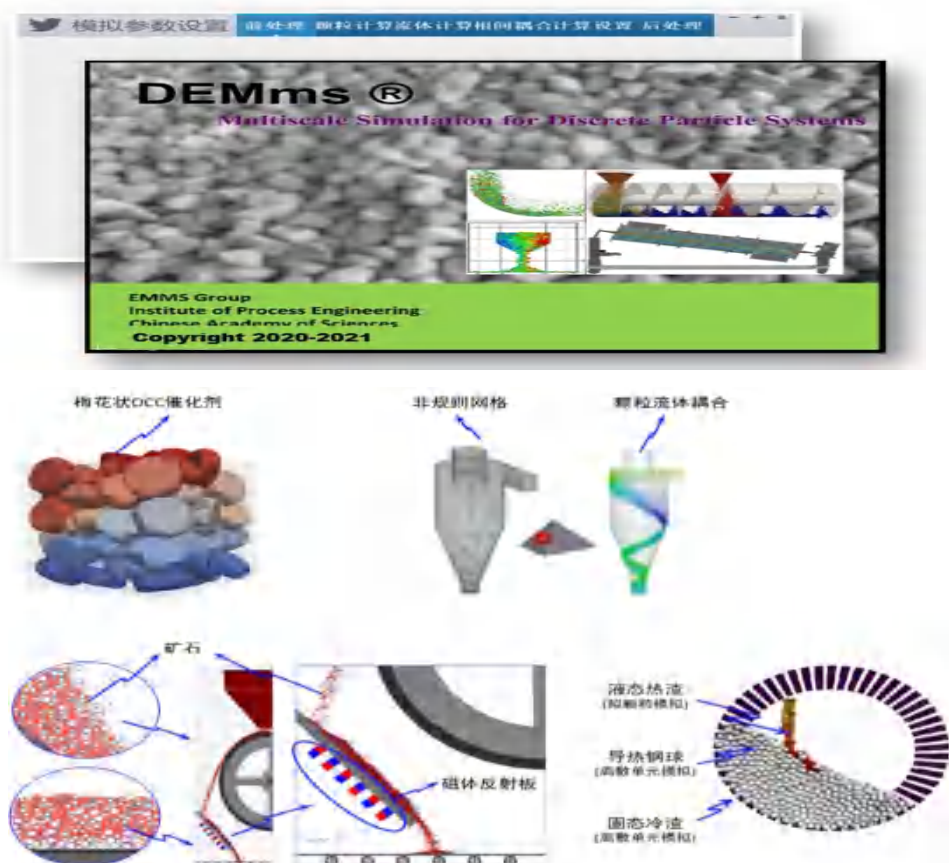
面向颗粒、散料和多相体系大规模模拟的科研与工程软件,能高效利用 CPU、GPU 等多种计算资源并实现大规模异构并行计算,适应复杂的颗粒与设备形状和物性。

功能特色:

1. 大规模颗粒模拟能力: 支持上万 CPU 核心并行计算,效率>45%,支持 GPU 加速计算,每秒粒子更新数 $>10^8$,计算颗粒数 $>10^9$,可处理物理颗粒数 $>10^{14}$; 2. 丰富的复杂体系处理功能: 支持复杂颗粒与设备模拟,传质、传热和反应过程模拟,多种流体求解器接口; 3. 灵活的软件应用模式: 自主知识产权,可提供颗粒作用与形状,及多相流等专用功能定制,支持 OpenFOAM、Solidworks、ICEM 等多种软件接口。

典型应用:

可广泛应用于化工、冶金、采矿、能源、动力、医药、航空航天等领域中涉及颗粒的多相体系,如流化床、移动床、散料处理等设备的优化设计与运行,及相关的科研、教学与培训。



229 虚拟工厂运行平台（VFOP）

产品概述：

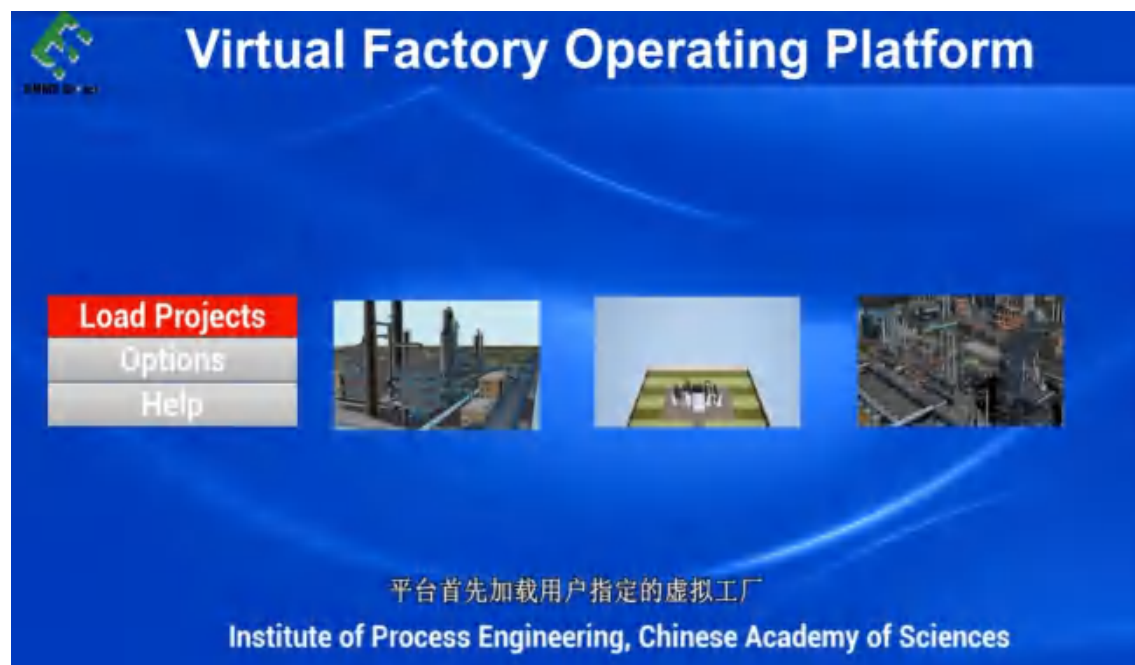
虚拟工厂运行平台结合多尺度模拟系列软件后可建立生产流程的数字镜像，实现工业生产设备的实时在线虚拟操作和观察以及工艺流程的优化，是新一代的流程工业模拟、运维和开发的基础平台。

功能特色：

三维可视化工厂漫游，设备实时在线虚拟操作和观察，设备剖面操作和观察，实时分析设备运行状态，实时分析各种物料的分布状态，设备任意截面观察，多物理量虚拟测量和时序分析展示，耦合生产世界级过程 DCS 系统，仪表仪器实时数据和历史数据分析等，在线提供工艺设备优化方案。

典型应用：

与多尺度模拟系列软件偶和使用，可提供 1. 运行期优化建议和方案，如事故监测预警与设备改造；催化剂用量、进料方式；原料与负荷的适应性；各产品收率调整等。2. 设备的前瞻性和预防性维护及全生命周期价值管理。3. 员工培训、教育、科普等。



230 反应分子动力学模拟软件 GMD-Reax

产品概述:

国际上首个基于 GPU 的化学反应分子动力学(ReaxFF MD)模拟软件,GMD-Reax 充分利用了 GPU 强大的流处理器和 CUDA 支持大量线程级并行的特点,并对模拟任务在线程间的划分与数据存储模型进行了精细控制优化,显著提升了 ReaxFF MD 整体计算性能。

功能特色:

大规模体系反应模拟:相较于主流的开源软件,GMD-Reax 的性能显著提升,扩展了 ReaxFF MD 可模拟的时空尺度,使得桌面服务器描述大规模复杂体系成为可能;处理复杂体系具有优势,模拟更接近实际过程:目前已成功应用于不同煤种的高温煤转化、生物质的热解、航空煤油的氧化、含能材料爆轰、生物油氧化、臭氧氧化有机物、碳烟生成、废旧塑料热解...均取得合理结果。

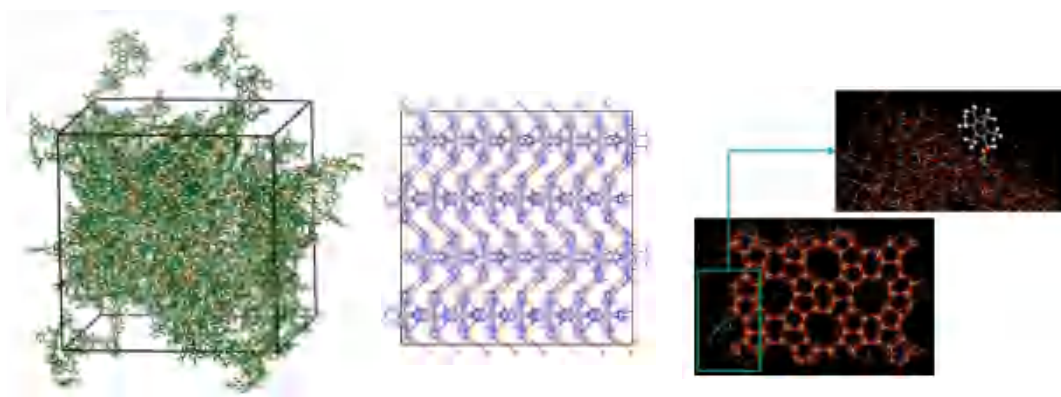
典型应用:

碳基固体能源和液体燃料的高温热解燃烧反应机理研究;

含能材料在高温极端条件下的化学反应;

新材料开发(碳纤维、纳米管、硅材料等);

催化反应机理(ZSM-5 分子筛,含 Cu、Fe、Au、Zn 等的体系)...



231 电子电路物理设计与可靠性验证软件 ChEDA

产品概述：

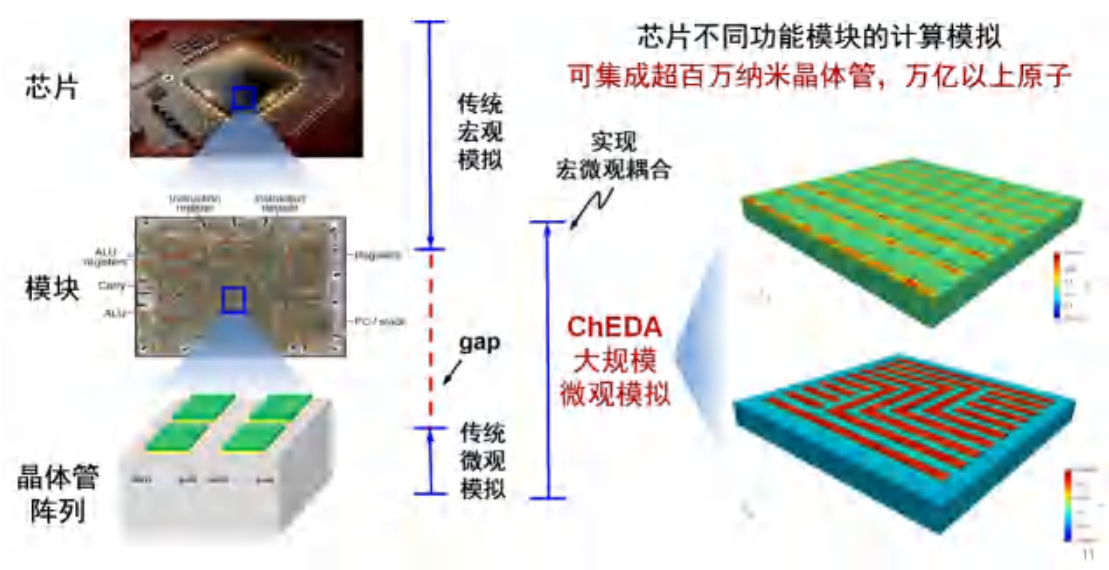
芯片电子设计自动化 EDA 软件的后端设计与验证工具，可在器件规模对集成电路的力学和热效应及功耗进行原子水平的模拟仿真与分析检验。

功能特色：

支持半导体材料纳微结构、不同晶体管器件以及大量晶体管组成的集成电路及其组成功能模块的模拟。尤其对于 10nm 以下线宽的芯片工艺，能够考虑多种微观因素对器件热电与应力耦合的影响，相比传统 EDA 软件，对物理过程预测更准确。

典型应用：

软件已在硅纳微结构、芯片电路中的寄存器模块、逻辑模块等方面进行验证与初步应用。



芯片热电耦合模拟与设计优化

232 大分子分子动力学模拟软件 BioMD

产品概述:

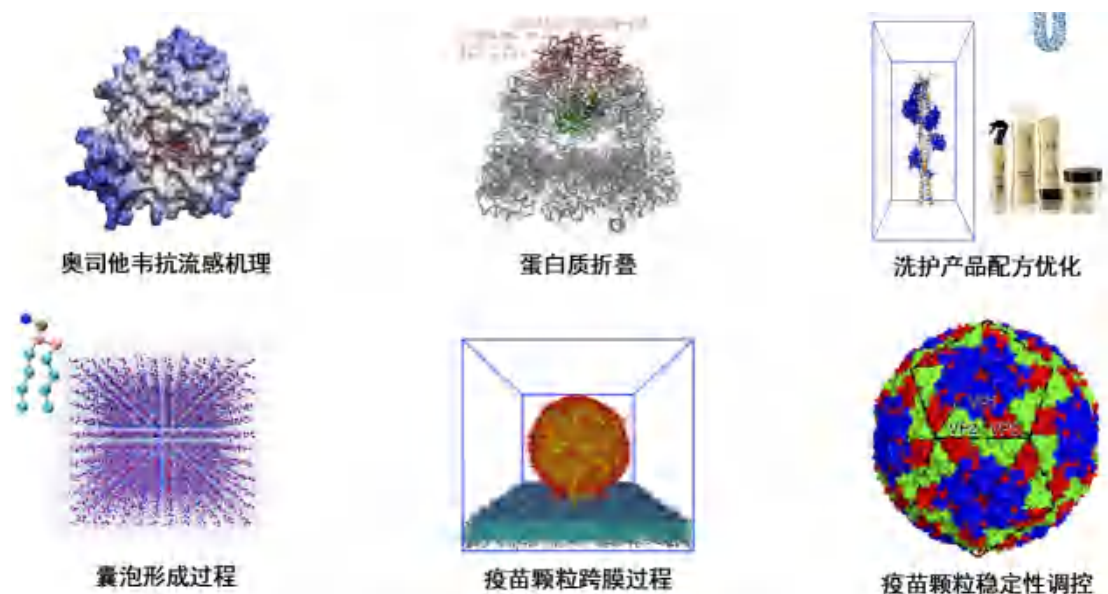
主要面向生物医药、高分子材料、乳液等产品研发的高效分子动力学模拟软件。

功能特色:

大分子体系的大规模长期长时间分子动力学模拟,可用于外场作用及化学反应下的体系动态结构研究,支持全流程异构众核并行,显著提升了运算速度。

典型应用:

用于生物医药、聚合物材料、乳液制品相关的微观结构及分子机理研究,如药物-蛋白相互作用,病毒颗粒三维动态结构,病毒样颗粒稳定性调控,人工生物颗粒的制备及使用,高分子材料及乳液产品的结构调控等,已用于国际最大规模的流感病毒颗粒动态结构模拟。



233 反应过程介尺度模拟软件 PPms

产品概述:

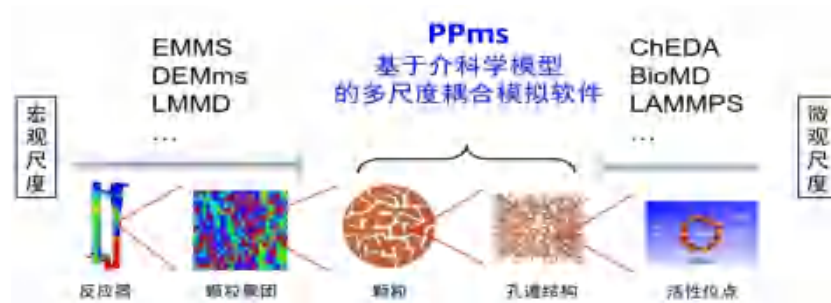
纳微尺度流动、传递与反应过程广泛存在于流程工业中。Pseudo-Particle multi-scale (PPms) 是基于介科学模型开发的反应-扩散-流动-传热多尺度多过程耦合模拟软件, 为实现微观化学反应与宏观反应器行为多尺度耦合模拟这一难题提供了可行的模拟方法和工具。

功能特色:

PPms 采用了硬球-拟颗粒耦合方法, 并根据化学反应碰撞理论建立反应模块、采用了元胞列表法和 MPI 并行技术以及事件驱动和事件驱动耦合算法, 模拟计算效率高、可扩展性好, 大规模并行模拟效率比普通分子动力学模拟高 4~5 个量级。可以对纳微尺度气体体系、气固表面作用体系以及复杂孔道内反应-传递耦合体系进行模拟, 为体系中流动、传递和反应耦合行为的机理性认识与精确调控和优化提供理论指导。

典型应用:

催化剂颗粒复杂孔道内反应-扩散-流动耦合模拟以及孔道结构优化设计;
多孔介质 (如吸附剂) 的孔道结构优化;
高超声速飞行器近壁面高温气体效应以及气动热环境预测研究;
发动机内部燃油雾化过程模拟。



PPms 软件研究对象示意图



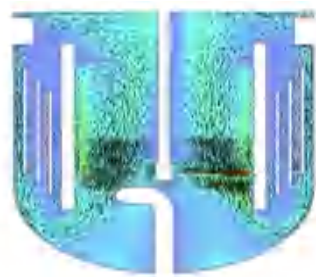
催化剂颗粒内积碳过程 (左) 以及反应-扩散-流动耦合 (右) 模拟

234 己内酰胺氨肟化反应器数值模拟和放大技术

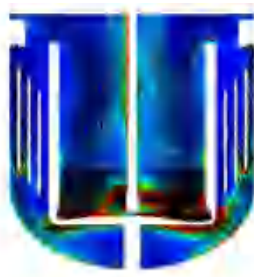
项目简介:

己内酰胺是一种重要的化工原料,应用广泛。环己酮、双氧水和氨在钛硅分子筛催化作用下反应生成环己酮肟,再通过贝克曼重排得到己内酰胺。氨肟化是生产己内酰胺的关键过程,内置搅拌膜反应器工艺是利用反应器内部的膜组件对催化剂截留过滤,实现产物和催化剂在反应器内的直接分离,具有占地小、操作简单等优点。但是目前工业生产中仍存在产品质量不稳定、转化率收率低等问题,反应器放大存在困难。

摘要图:



(a) 原结构计算结果



(b) 新设计计算结果

技术特点:

本技术利用先进的非均相反应器理论模型和数值方法,系统研究氨肟化反应器内多相流动、混合、传递和反应过程,获得桨叶结构、安装位置、挡板结构、分布器等内构件对传递和反应的影响规律,指导氨肟化搅拌膜反应器的设计和放大。

示范与应用:

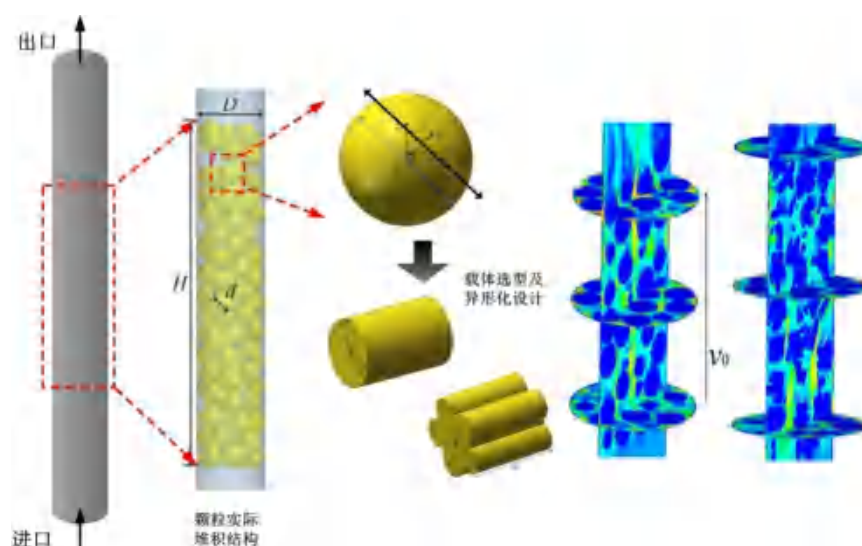
本技术已经和沧州旭阳化工公司合作,设计并新建 100 m³ 搅拌膜反应器,强化了传递和反应过程。新反应器产品质量稳定,转化率 99.9% 以上,选择性 99.6% 以上,清液色度小于 150° H,超过行业平均水平,为企业带来巨大经济效益。

235 乙烯环氧化固定床反应器数值模拟技术

项目简介:

催化剂成型后的颗粒形状对催化剂的机械强度、固定床中流体的流动以及床层的压降有直接的影响。对于具有较小的管径/颗粒直径比的固定床反应器，由于管壁导致的沟流以及回流等更为明显，此外，催化剂颗粒异形化是催化剂优化设计的发展趋势。因此，传统的平推流简化模型无法准确体现颗粒间流体流动状况，尤其是针对非球形颗粒的随机填充床。有必要开发一种更加简便高效的数值模拟方法来对固定床反应器进行模拟。

摘要图:



技术特点:

该高保真固定床模型耦合离散单元算法，模拟颗粒的随机填充过程，从而获得每个催化剂颗粒在固定床反应器内的三维空间坐标；并结合浸没边界法和网格自适应技术，实现复杂形貌颗粒床层结构高效处理（如拉西环、七孔圆柱、三叶草、四叶草、齿轮形等），不仅突破了现有模型方法对非球形颗粒处理的难题，网格数量和计算量也大幅度降低，并可准确地预测固定床中的空隙率分布及压降。

示范与应用:

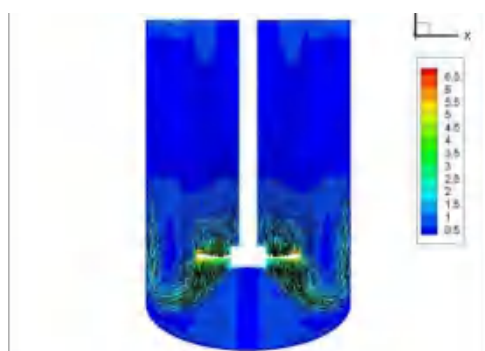
本项目处于研发阶段，未建示范工程。

236 拟薄水铝石中和反应釜数值模拟和放大技术

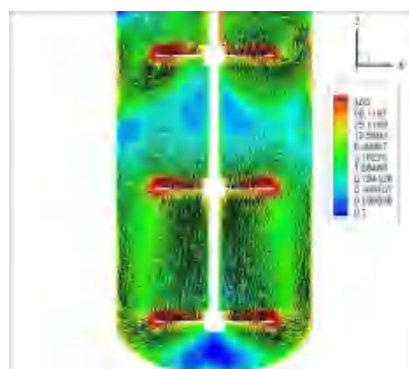
项目简介:

加氢工艺是目前和未来石油高效利用及油品清洁化的关键技术之一,催化剂是技术核心,载体是影响催化剂性能的关键因素。加氢处理催化剂多以氧化铝为载体,氧化铝载体的前驱物主要为拟薄水铝石(Pseudo-boehmite,简称PB)。拟薄水铝石成本约占加氢催化剂原材料成本的30%~50%,因此降低拟薄水铝石生产成本是降低加氢催化剂生产成本的重要手段。

摘要图:



(a) 小试装置计算结果



(b) 新设计计算结果

技术特点:

本技术利用化学反应工程、化工流体力学和传热传质学等对该反应釜建立数学模型,模拟釜内传热传质的均匀性,提出反应釜优化放大的方案。掌握了反应釜内混合和传质速率的调控技术,实现了中和结晶釜的一步放大。

示范与应用:

本技术已经和中国石化催化剂有限公司(岳阳长岭)合作,设计并新建 2m^3 中和反应器,强化了传递和反应过程。新反应器已加工完毕,即将上线试车。

237 离子液体法含氨气体分离回收新技术

项目简介:

氨是典型有毒有害工业气态污染物之一,其污染主要来源于合成氨生产的驰放气、尿素造粒塔尾气、三聚氰胺尾气、氨冷冻罐排气、硝酸装置尾气等。国标 GB31573-2015 要求自 2015 年 7 月起,企业排放尾气中氨含量 $\leq 20 \text{ mg/ Nm}^3$,因此对含氨气体中的氨深度净化及回收具有重要的环保意义和经济价值。传统的水吸收工艺,水量消耗量大、提浓能耗高、氨回收利用率较低,本项目以低挥发的离子液体非水体系为吸收剂,采用吸收-解吸再生工艺,一方面可以现有技术造成的二次污染和能耗高的问题,同时可回收得到高纯氨产品,制成高纯度液氨产品,实现资源化利用,具有经济和环境的双重效益。

摘要图:



1. 3 亿 Nm^3 /年离子液体法钼酸铵尾气氨回收工业示范装置

技术特点:

新工艺以稳定性好、不挥发的离子液体为吸收剂,采用多级吸收-解吸工艺,实现工业含氨气体中氨的高效分离和高纯回收,可直接获得纯氨,而且离子液体吸收剂可循环使用,再生能耗极大降低,整个过程不产生氨氮废水二次污染。

示范与应用:

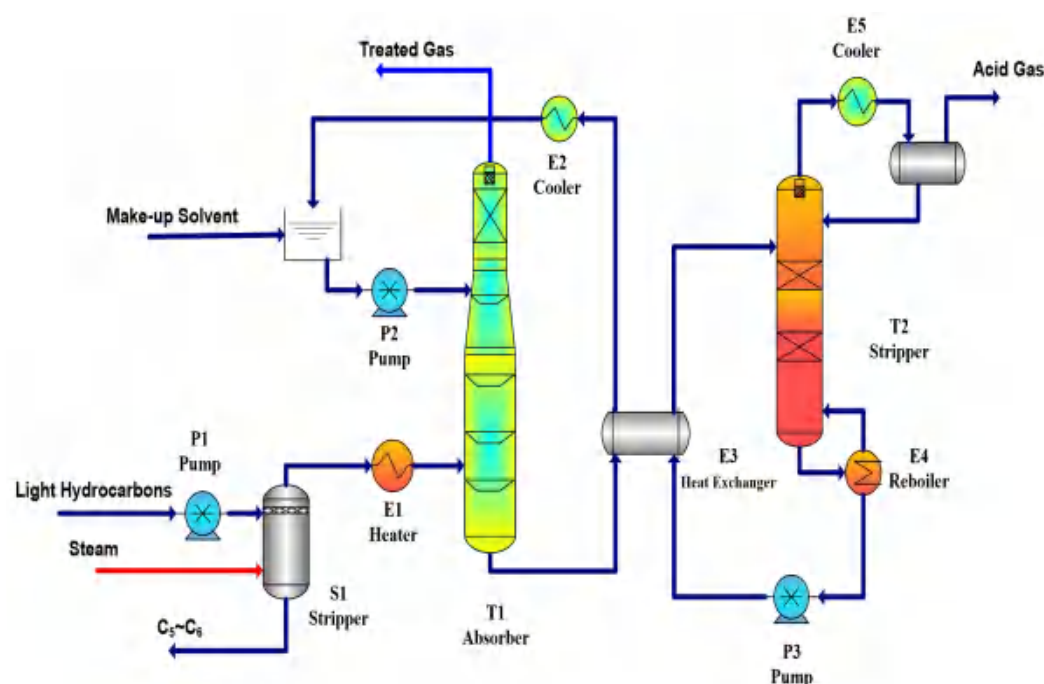
与企业合作建立了 1.3 亿标方/年钼酸铵尾气氨分离回收工业示范装置,装置运行近 3 年,保持连续稳定运行,尾气达标排放,无氨氮废水产生,预计每年为企业回收氨近 2000 吨(700 余万元),节约氨氮废水处理费用近 800 万元。

238 离子液体法 CO₂捕集新技术

项目简介:

碳捕集是实现 CO₂减排及资源利用的重要方法，对践行碳达峰和碳中和目标具有重要意义。设计了功能化离子液体吸收剂用于烟气、合成气、页岩气等中 CO₂的捕集分离，形成了百吨级规模制备技术；建立了离子液体法 CO₂吸收-解吸中试装置，实现了连续稳定运行，CO₂捕集率达到 90%，CO₂纯度>99%，再生能耗较传统有机胺降低 30%，CO₂捕集成本降低约 20%。

摘要图:



技术特点:

离子液体溶剂性能稳定、不产生二次污染，溶剂再生能耗低，工艺简单、易放大，工业化应用前景广阔。

示范与应用:

该技术可应用于电厂燃煤/燃气烟气、油田伴生气、生物气、化工含碳尾气等气体中 CO₂的脱除和回收利用。

239 钢铁球团烟气嵌入式 SNCR 耦合梯级氧化脱硝技术及应用

项目简介:

在球团烟气污染控制方面，欧美国家通常采用半干法技术脱除 SO_2 ，而日本主要采用一体化的活性焦/炭技术。在国内，球团烟气净化则主要围绕 NO_x 的脱除形成相应的技术体系。脱硝技术中，中低温 SCR 脱硝应用较多，但需设置换热器和换热后再次补热，运行成本较高。相较而言，氧化脱硝因其脱硝效率高、易结合现有脱硫设施等优点，更为适合球团烟气净化。基于此，研发了契合球团工序特征的嵌入式 SNCR+梯级氧化脱硝技术。

摘要图:



技术特点:

该技术与球团生产特征高度契合，SNCR 匹配链篦机预热 II 段温度区间；末端采用梯级氧化-吸收脱硝工艺，大幅提升 N_2O_5 生成效率，从而实现高效脱硝；对于改造工程，新增阻损小，不影响球团正常生产，运行成本低；主要消耗能源介质为电和氧气，不产生二次污染。

示范与应用:

该技术于 2020 年河钢唐钢青龙炉料有限公司 200 万吨/年球团烟气脱硝项目中成果应用， NO_x 排放低于 30 mg/Nm^3 ，远优于国家超低排放限值 (50 mg/Nm^3)，脱硝运行费用仅为 5-6 元/吨球团矿，是中低温 SCR（选择性催化还原）脱硝技术的 $1/3 \sim 1/2$ ，装置投运以来连续稳定运行。

240 焦炉烟气活性炭法多污染物协同控制技术

项目简介:

基于焦炉烟气低硫高氮、多污染物共存的排放特征，本项目研发出焦炉烟气活性炭法多污染物协同控制技术，阐明了活性炭表面硫铵盐沉积及高效脱硝反应机理，提出了脱硫脱硝功能分区的反应器结构模型，研发出成套关键设备，显著提高了脱硝效率至 80% 以上。构建了吸附塔内活性炭移动分层控制系统，协同脱除 H_2S 和粉尘的同时大幅度降低了系统压降上千帕。在 150 万吨/年焦炉建设示范工程 1 套，实现多污染物超低排放，优于国家及地区排放限值。

摘要图:



技术特点:

可以实现 SO_2 、 NO_x 和粉尘一体化脱除；具有广谱吸收性，能脱除碳氢化合物、 H_2S 、 CO 、焦油等；活性炭在 $110\text{--}150^\circ\text{C}$ 将 NO 催化还原成 N_2 和 H_2O ，烟气无需再热；无需工艺水，避免了废水处理；副产品可以出售，有效地实现了硫的资源化。

示范与应用:

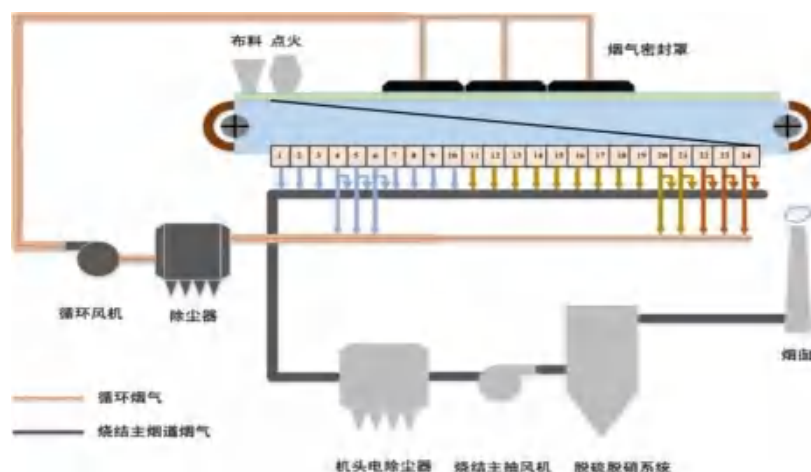
2016 年 10 月建成投运国内首台套焦炉烟气活性炭法净化工业化试验装置，烟气量为 $5700\text{m}^3/\text{h}$ 。2019 年 1 月建成投运国内首台套焦炉烟气活性炭法净化单模块示范工程，烟气量为 $58000\text{m}^3/\text{h}$ 。2021 年 3 月在唐钢美锦焦化厂建成投运焦炉烟气活性炭法净化示范工程，烟气量为 $300000\text{m}^3/\text{h}$ ，实现多污染物超低排放，优于国家及地区排放限值。

241 烧结烟气选择性循环节能减排技术

项目简介:

烧结烟气选择性循环节能减排技术是根据烧结风箱烟气排放特征（温度、含氧量、污染物浓度等）的差异，在不影响烧结矿质量的前提下，选择特定风箱段的烟气循环回烧结台车表面，用于热风烧结。循环烟气与烧结料层，经过复杂的热质传递与化学反应过程，包括高温循环烟气与烧结料层热交换、CO 二次燃烧放热、二噁英高温分解等，使污染物排放总量降低的同时，降低固体燃料消耗，改善表层烧结矿质量，实现节能、减排、提产多功能耦合。

摘要图:



烧结烟气选择性循环节能减排技术工艺示意图

技术特点:

烧结循环烟气含氧量不低于 17%；循环烟气温度不低于 200℃；密封罩内微负压；烟气循环率 25%-30%，固体燃耗下降 5%以上，烧结矿产量提升 3%以上，烧结矿质量没有影响，吨矿 CO 减排实现 3kg 以上；设备同步率不低于 98%。烟气综合治理成本降低 3-4 元/吨矿。

示范与应用:

作为首批具有工业化应用案例的技术团队，烧结烟气选择性循环节能减排技术具有很好的应用推广基础，目前已推广应用于邯钢 2×435m²+2×360m²、唐钢新区 2×360m²、承钢 3×360m²等 12 台套烧结机配套工程，累计实现产值超过 4 亿元，经济和社会效益显著。

242 工业废水处理技术

1、高盐有机废水生物强化高效处理与资源化技术

项目简介：

针对化工园区及典型行业废水成分复杂、毒性大、可生化性低、处理成本高等主要问题，成功突破功能菌群构建、生物膜快速形成与效能调控、高浓度有机物定向能源转化等技术瓶颈，开发了抗冲击能力强、高效低耗的工业废水处理及资源化成套技术，废水达标排放。

摘要图：



技术特点：

该技术能够实现有机物降解，有机物能源转化及多污染同步去除，还可以实现生物强化处理反应器高效运行与稳定达标的应用需求，不仅能够支撑典型行业废水的绿色处理，而且能够拓展到其它高难度有机废水处理行业，实现进一步推广应用。

示范与应用：

该技术主要应用于制药、化工、含油等典型行业的废水处理及资源转化，成果通过工艺调试和技术服务已在黑龙江某化工企业生产废水处理中推广应用。

243 高盐废水资源化处理工艺及装备

项目简介:

高盐废水资源化处理工艺及装备是曹宏斌团队自主研发的成果。针对工业企业生产形成的高盐废水,采用多膜组合的优化膜脱盐工艺,经双极膜电渗析技术,回收浓度 7-8%的酸碱溶液。工艺中产生的淡水可作为双极膜补充水或用于生产回用,整套处理工艺能够实现废水零排放,实现废水和盐分的高值化利用。目前该技术已在邯钢 1200 m³/d 高盐水资源化处理示范工程成功应用。

摘要图:



技术特点:

高盐废水资源化处理工艺由化学软化、非均相催化臭氧氧化、MBR、常压反渗透、超滤、树脂软化、纳滤、高压反渗透、电渗析、双极膜电渗析等多种膜单元梯度集成。高盐废水经预处理后进行深度脱除有机污染物、脱盐,并进行分盐处理,经双极膜电渗析工艺,分别回收浓度 7-8%的酸碱溶液。工艺中产生的淡水可作为双极膜补充水或用于生产回用,整套处理工艺能够实现废水零排放。

示范与应用:

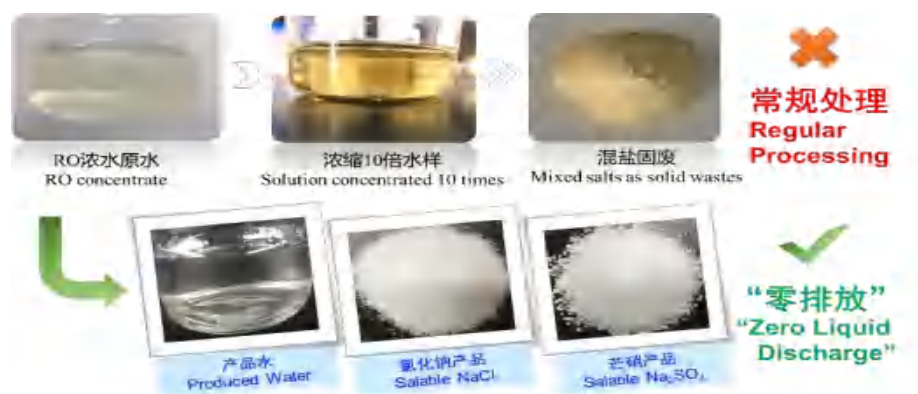
该技术成功应用在邯钢高盐水资源化处理示范工程,处理水量 1200 m³/d,项目 2020 年开工建设,同年竣工验收。该工程是煤化工行业内的首套高盐废水零排放工程项目,是“十三五”水专项的标志性成果,是行业内的标杆工程。

244 含有机物高盐废水近“零排放”技术

项目简介:

针对炼化含有机物高盐废水存在处置技术难度大、处理成本高、处理装置连续稳定性差等难题,中科院过程所离子液体研究部以实现高盐废水的减量化和资源化处理为目标,建立了准确计算废水体系热力学数据的模型,基于大量的实验数据及系统优化集成技术,开发了多膜集成-结晶耦合技术,实现较低成本下废水中全部水分的梯级回收利用和有价值盐分硫酸钠和氯化钠的产品化。与现有多效蒸发处理技术相比,总体能耗降低约 15%,浓水处理成本由约 20 元/吨降至约 14 元/吨,产品化附加值增加约 6.5 元/吨,折合浓水处理费用 7.5 元/吨。

摘要图:



技术特点:

能耗低、成本节约,实现了废水的减量化和资源化,得到的氯化钠、硫酸钠等盐产品满足外售标准

示范与应用:

适用于高盐高有机物污水处理,包括炼化反渗透浓水、工厂回用水装置末端废水,煤化工高盐浓水等。

245 兰炭废水全过程污染控制集成技术及装备

项目简介:

兰炭废水全过程污染控制集成技术及装备是曹宏斌团队自主研发的技术。以污染物全过程处理为思路,基于毒性有机物强化回收与减排,低成本降解废水中有机污染物,同时实现酚、氨资源的高效回收。通过系统集成与优化,形成兰炭废水全过程污染控制集成技术,处理后的废水可实现达标排放和高品质回用,同时废水中盐资源化,实现兰炭废水的零排放。目前该技术已在新疆天雨煤化集团有限公司 500 万吨年煤分质清洁高效综合利用项目污水处理工程成功应用。

摘要图:



技术特点:

酚油萃取协同解毒技术;精馏-生物耦合强化脱氮脱碳技术;高效混凝脱氰技术;非均相催化臭氧氧化技术;高产水率、抗污染的膜脱盐技术采用“超滤-反渗透-电渗析”多膜组合脱盐处理方式,有效提高淡水产率至 85%以上,并降低投资和运行成本。通过优化电渗析膜堆设计、选用抗污染性能良好的膜材料,显著减小膜污染,提高膜系统运行稳定性。

示范与应用:

该技术成功应用在新疆天雨煤煤化集团有限公司500万吨年煤分质清洁高效综合利用项目污水处理工程,处理水量5232 m³/d,项目2019年开工建设,目前成套装备正在调试中。

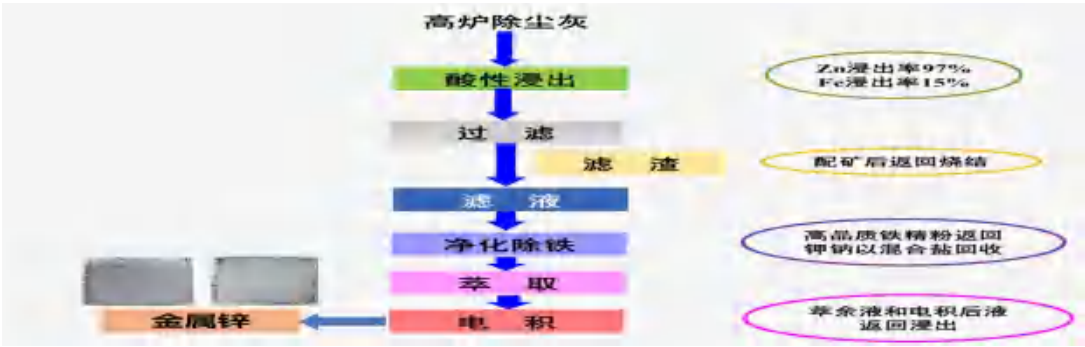
246 固废处理技术

1、钢铁固废 GERU 法综合回收工艺

项目简介：

针对钢铁企业大宗固废高炉灰开展了全湿法高效分离技术以及循环利用技术研究，先后进行了实验室小型实验、公斤级扩大试验以及吨级中试的研究，取得了一系列可靠的全流程数据，确定了 200 吨/天规模的布袋除尘灰全湿法综合回收工艺生产示范线。通过本工艺，富铁、碳的无害化尾渣得以回收并循环到配料工序，锌以金属锌回收，钾钠盐经结晶净化后作为多元复合盐回收，生产过程实现闭路循环，无酸泄露，不排放烟气，环境友好。

摘要图：



技术特点：

针对钢铁公司产出的冶金灰渣，采用 GERU 全湿法综合回收工艺，建成 2-3 条 10 万吨/年的示范线，使固废减量化、资源化、且循环利用。

示范与应用：

本项目通过实验室全流程试验获得完整工艺包方案，承担的 200t/d 酒钢高炉灰项目、80t/d 安泰钢铁高炉灰项目完成了可研和初设，龙钢 200t/d 高炉灰项目进入工艺线建设阶段。该工艺是钢铁行业首项采用全湿法工艺综合回收冶金灰渣的技术，已在中国钢铁工业协会进行了汇报备案，并陆续向河钢、包钢等企业推广，对推进钢铁行业固废资源化具有重要的示范意义。

247 粉煤灰碳热氯化制备高值氯化产品新技术

项目简介：

燃煤固废粉煤灰的高值化综合利用技术一直备受关注。本研发技术以粉煤灰和劣质氯气为原料，采用新型高温离子催化强化、喷射氯化以实现以废治废，由粉煤灰碳热氯化过程制备无水氯化铝、无水氯化铁和四氯化硅产品，氯化产品的纯度可达到国家工业级标准。

技术特点：

本技术采用新型高温离子催化强化、喷射氯化装置实现粉煤灰碳热氯化过程制备无水氯化铝、无水氯化铁和四氯化硅产品，使粉煤灰和劣质氯气得到最大程度高值化综合利用，实现无害化大规模处理和变废为宝，与酸法或碱法工艺相比具有很大优势。其主要特点是： 1、同时提取粉煤灰中的铝、硅和铁，实现综合高值化利用； 2、解决氯碱、盐湖等副产氯气行业的氯平衡问题，制备高载氯产品； 2、该技术更易破坏粉煤灰的稳定结构，从而提高了反应物产率并缩短了反应时间； 3、整个碳热氯化过程不会产生酸、碱和水的浪费，并可显著减少炉渣的产生，降低了对环境的污染； 4、工艺能耗低、成本小、产品价值高。

示范与应用：

本项目目前处于示范工程设计阶段。该技术可以推广应用到副产劣质氯气的盐湖企业和氯碱行业，解决行业氯平衡问题，同时为当地燃煤企业和电厂的可持续发展提供了方向，具有广泛的工业应用前景。

248 电石渣规模化短程回用制备低碳脱硫材料

项目简介：

针对氯碱行业大宗钙基固废电石渣产生量大、水泥行业消纳量减少、综合利用率低等问题，突破重力场多级杂质快速分离、危害组分监测与组合防爆、强化脱硫与石膏晶体生长协同调控等技术，攻克电石渣残留气体易爆、脱硫石膏无法有效利用等难题，形成电石渣短程回用制备环保脱硫材料成套化技术及示范，解决产业聚集区的电石渣利用难题，减少烟气脱硫对于原生石灰石矿物的大量消耗，经济社会效益突出。

摘要图：



20 万吨/年电石渣深度除杂制备低碳脱硫剂示范

技术特点：

节约脱硫剂用量 20%-30%；电石渣基脱硫剂脱硫率高，同等条件下较石灰石脱硫浆液循环量变少，根据泵功率的大小单台炉每年节省电费 100 万-200 万；电石渣基脱硫剂的脱硫效率较高，同热值高硫煤含硫量每升高 1%煤价降低约 50 元/吨，两台 600MW 机组电厂燃料费用可节省数千万元。

示范与应用：

- 1. 河南 20 万吨/年湿法电石渣制备脱硫剂项目
- 2. 新疆 20 万吨/年干法电石渣制备脱硫剂项目

249 废脱硝催化剂全量化循环利用技术

项目简介:

废脱硝催化剂目前年产生量约 50 万 m^3 ，未来 5~10 年内预计突破 100 万 m^3 ，已纳入危险废物管理。中科院过程所创新研发了废脱硝催化剂深度净化与载体重构循环再用成套化技术，突破了铁/砷杂质氧化/还原深度脱除、载体稀碱调控部分重构、钒钨富集与回收等关键技术，得到的脱硝钛白粉产品可 100% 循环再用生产新催化剂，已建 2 万吨/年全链条示范工程，产品规模化应用于电力、钢铁等重点行业脱硝工程，服务于打好污染防治攻坚战。

摘要图:



产品脱硝钛白粉 100% 替代原生钛白制备的新催化剂

技术特点:

针对废脱硝催化剂钾、钠、铁、砷等杂质种类多、波动大，以及载体 TiO_2 纳米晶粒尺寸增大、孔道结构指标严重下降，难以大掺量循环回用至新催化剂生产的问题，提出了废催化剂深度净化-载体活化-表面/体相重构制备再生载体的整体路线，突破了废脱硝催化剂高效脱 As 与表面重构、钛钨同步浸出与可控晶体相重构、碱浸母液净化与钒钨协同萃取等关键技术。脱硝钛白粉 As 含量控制在 50ppm 以下，K、Na、Fe 含量低于 200ppm，Si 含量低于 1%，孔容高于 0.3ml/g。以脱硝钛白粉为原料，在 100% 掺加量的条件下，制备了批量新催化剂产品，理化指标和反应活性满足要求。废催化剂中的钒、钨组分分别转化为偏钒酸铵、仲钨酸铵等产品。

示范与应用:

本项目在建 2 万吨/年示范工程。

250 固废循环利用资源环境一体化智能管控系统

项目简介：

我国固体废物年产生量近 100 亿吨，累计堆存量约 700 亿吨，综合利用率约 50%，资源循环利用潜力大。固废资源循环利用涉及固废种类多，物质能量转化和信息流动过程复杂，尤其是固废循环利用过程所产生的二次污染问题更需要重点关注，需加强固体废物资源化、无害化过程的数字化、信息化和智能化监管，为固废循环利用过程的管理与调控提供有效支撑，在保证固废资源转化效率最高的同时，最大化的降低环境影响水平。

摘要图：



固废资源能源转化一体化智能集成管控系统

技术特点：

1、数据库覆盖固废循环利用类型 ≥ 10 个，包括冶金废渣、城市生活垃圾、废矿物油、电子废弃物等； 2、多源异构数据融合，数据聚类有效分类，回归算法仿真模拟与样品数据库更新优化； 3、多物料配伍优化时间由 10 天缩短至 3 天，问题工段识别与参数调控 $< 3h$ ，元素资源回收率反馈周期由 5 天缩短至 1 天，有效性提高 6-11%，环境风险预警时间 < 30 分钟； 4、支持资源产出优先、环境影响最低优先、能源结构调整多情景模拟与多目标优化分析。

示范与应用：

本项目处于示范工程建设及推广应用阶段。该系统应用于“铜铅锌综合冶炼基地多源固废协同利用集成示范”项目的重大示范工程建设，提高了锌、铅、镉等主元素资源产出率 20%以上，故障时间降低 70%，减少镉、砷等毒害元素环境污染排放 40%以上，直接经济效益 2000 万元，间接经济效益提高约 800 万元。

251 二次铝灰制备聚合氯化铝联产高铝复合材料

项目简介：

二次铝灰是电解铝行业产生的危险废弃物，年排放量达 400 万吨，目前尚无合理处置方式。本技术提出二次铝灰耦合调控制备聚合氯化铝联产高铝复合材料的利用思路，突破了二次铝灰催化水解、低温酸解等关键技术，可实现氟氮脱除率均>90%，聚合氯化铝和高铝复合材料产品满足相关产品标准及毒性浸出标准。本技术目前已建 1 万吨/年示范工程，经济和环境效益突出。

摘要图：



聚铝氯化铝产品与第三方检测报告

技术特点：

- 1、通过催化水解和低温酸解两步法分别实现铝灰中含铝组份的分质利用，并大幅降低安全风险；
- 2、可实现二次铝灰和副产盐酸协同利用，三废近零排放；
- 3、可制备性能优异的聚合氯化铝产品和高铝复合材料。

示范与应用：

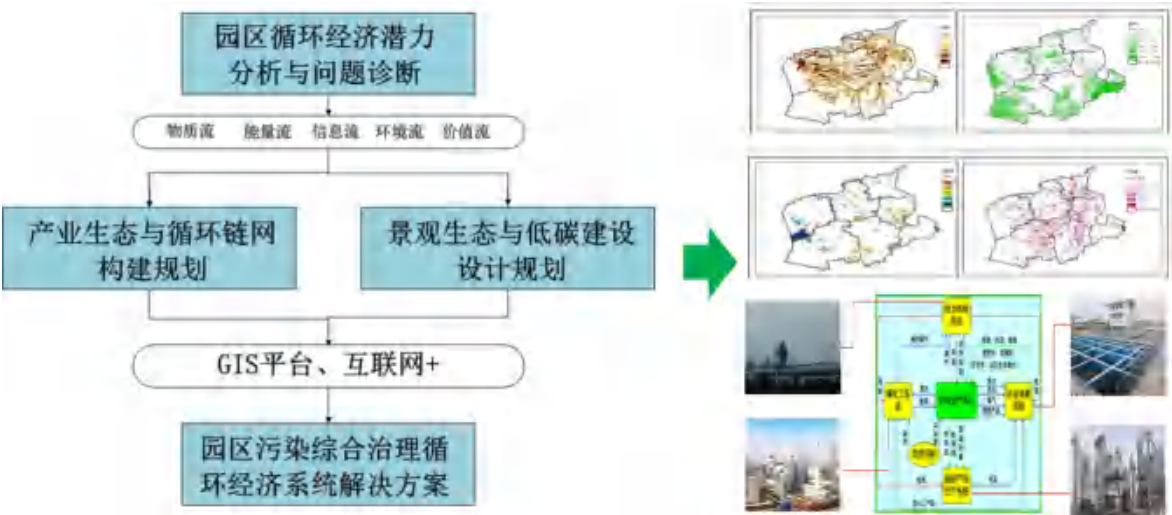
本项目已建 1 万吨二次铝灰/年示范工程，可生产聚合氯化铝产品 5 万吨/年，高铝复合材料产品 5000 吨/年。设备投资 5000 万元，年产值约 4000 万元，年平均利润 2000 万元。

252 绿色生态循环园区构建与固废综合解决方案

项目简介：

针对能源、化工、冶金工业园区循环化改造和绿色低碳生态化升级需求，提出基于资源循环-污染控制协同优化的多产业链接物质流优化理论与方法，设计构建园区固废源头减量-过程控制-循环利用一体化产业链及工程项目体系，应用于 10 余家国家级循环化改造园区示范及资源循环利用基地建设，形成“承德模式”、“铜陵模式”等系列循环经济新模式，钒、钛、铜等关键元素利用率提升 15%以上。

摘要图：



绿色生态循环园区构建与固废综合解决方案

技术特点：

1、全面采用绿色技术实现园区常见大宗工业固废资源循环； 2、引入先进技术完善园区各类重要资源利用和产品加工过程； 3、采用大数据管控实施园区内主要资源消耗、废物处置过程监控。

示范与应用：

本技术已在济南钢铁集团、河北承德、安徽铜陵、湖南株洲、河北石家庄等企业、工业园区和地方政府开展合作研究。其中，应用于济南钢铁集团，建成循环经济“济钢模式”，成为国家试点，年产生经济效益超过 10 亿元。

253

煤气化渣铝硅碳分质制备水玻璃多联产技术

项目简介：

随着煤化工产业的迅速发展，我国气化渣产生量已达 3000 万吨/年以上，目前尚无合理利用方式。本技术提出煤气化渣铝硅碳分质增值利用工艺路线，实现重金属脱除率>85%，水玻璃模数>3.0。在替代传统优质铝硅原生矿物的基础上，进一步突破了传统火法工艺限制，可实现吨产品 CO₂减排 440kg。目前已开展千吨级全流程中试验证，产品均获得第三方 CMA 质量检测认证，完成了千吨级工艺包和工程设计，吨产品利润>650 元。

摘要图：



气化渣铝硅碳分质千吨级中试线及产品

技术特点：

突破传统火法工艺对原料纯度的苛刻要求；产品附加值高、市场需求量大；工艺过程清洁，三废排放小。

示范与应用：

千吨级中试规模

254 粉煤灰科学分类新方法和规模化利用新技术

项目简介：

我国粉煤灰年排放量近 6 亿吨，综合利用率仅 70%左右。粉煤灰利用率难以提高的主要原因是消纳途径局限于建材建工领域，这也导致粉煤灰分类标准也仅服务于该领域。国家环保要求的提高及粉煤灰综合利用技术的发展，亟需对粉煤灰进行科学分类和开拓其它规模化利用技术。本技术针对这一迫切需求，提出了粉煤灰科学分类新方法和用于生态/土壤修复的规模化利用新技术，主要包括重金属安全脱除及土壤结构调控新技术。新技术推广后粉煤灰堆存量可降低 90%以上。

摘要图：



技术特点：

本技术可对大量粉煤灰无法利用、现有粉煤灰分类技术不合理、重金属风险无法有效控制问题，提出分类分级新方法，并在此基础上提出将目前电厂分选出一级、二级灰后的粉煤灰中，重金属含量满足土壤质量标准的粉煤灰经过土壤结构条款后用于生态/土壤修复，重金属含量超标的粉煤灰优先用于制备砖和墙体材料的综合利用新思路，以最大程度实现粉煤灰的规模化利用。

示范与应用：

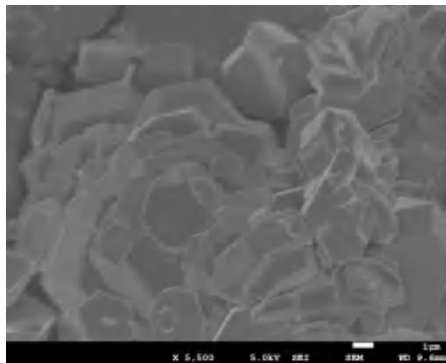
本项目生态/土壤修复技术已经完成了应用示范工程，重金属脱除技术处于实验室小试阶段。随着本项目技术的不断发展，其综合利用技术不再局限于水泥、混凝土、陶瓷和陶粒等传统建材领域，正在迅速向生态修复领域等大宗消纳新领域拓展。

255 高铝粉煤灰制备碳化硅晶须联产刚玉/莫来石技术

项目简介:

碳化硅晶须被称为“晶须之王”，广泛应用于塑料、橡胶等高分子材料和金属表面镀层、高性能结构陶瓷等的增强增韧，以及军工领域的结构涂层、功能涂层、吸波材料、隐身材料等，是一种高附加值产品。刚玉/莫来石则是优质的耐火材料。高铝粉煤灰为我国典型大宗固废，且富含活性硅、莫来石和刚玉。通过高铝粉煤灰硅铝物相定向转化与分离工艺，可同步制得高纯纳米碳化硅晶须和刚玉/莫来石耐火材料产品，实现粉煤灰的高值化利用。

摘要图:



技术特点:

本技术充分利用高铝粉煤灰中富含活性二氧化硅和刚玉、莫来石的特点，采用选择性还原与熔盐法制备高纯纳米碳化硅晶须产品，并同步获得刚玉/莫来石复合材料，经除杂后可制得耐火材料产品。其主要特点是：1、实现我国特色高铝粉煤灰的多组分高值化利用，同步制得碳化硅晶须和刚玉/莫来石产品；2、工艺过程绿色无污染，全干法工艺，无废水排放；3、碳化硅合成温度低且无需催化剂，晶须产率与直晶率高，纯度高，可达 99%以上。

示范与应用:

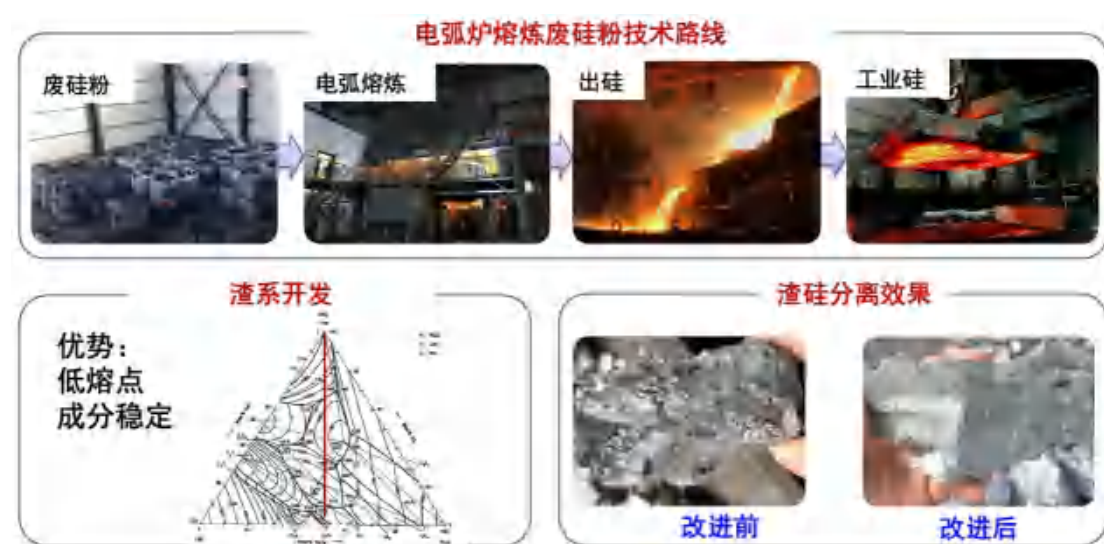
本项目处于实验室小试阶段，暂时未建示范工程。该技术适用于燃煤电厂粉煤灰固废的高值化利用，所制产品可广泛应用于高性能陶瓷/金属/高分子基材料、航空航天发动机、吸波材料、隐身材料、耐火材料等诸多领域。

256 晶硅切割废硅粉（硅泥）高效节能制备工业硅

项目简介：

晶体硅是光伏行业的核心材料，晶硅材料的快速发展是支撑碳中和远景目标的重要途径。晶体硅切片过程约损失 35% 的高纯硅，每年造成经济损失达上百亿元。当前，针对硅泥的利用，国内建立了数十家硅泥回收企业，几乎全部采用简单熔炼的方法制备再生硅，存在熔炼时间长、能耗高、金属硅收率低等问题。其次，工艺与原料适应性差，工艺条件与产品质量波动大。本项目采用新型渣剂和熔炼工艺，并首次实现电弧炉快速熔炼。

摘要图：



技术特点：

1. 生产效率高。生产时间由传统的 1.5 小时/炉减少至 1 小时/炉；
2. 耗能低。单吨产品电耗由传统的 2500kw·h 左右减少至 1200~1300kw·h；
3. 出率高。比现有熔炼工艺提高 5%~10%，单吨产品节省成本超过 1000 元。

示范与应用：

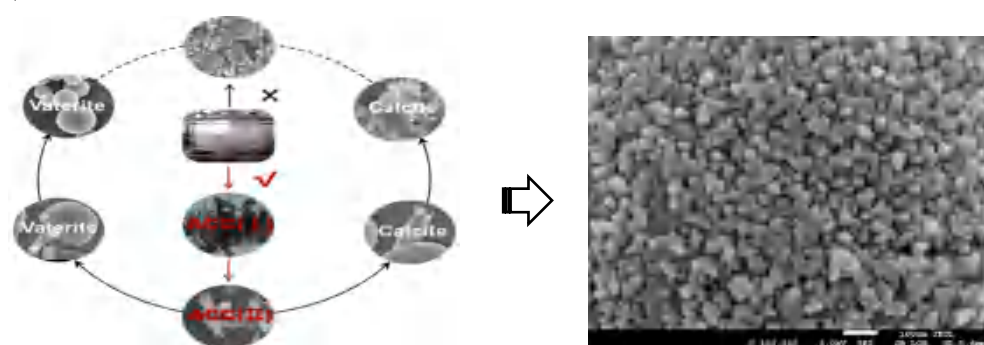
相关成果在河南、山东、宁夏等多地推广应用，实现连续稳定生产，年产再生硅 3 万吨，市场占比超过 30%，具有广阔的推广前景。

257 电石渣固化二氧化碳制纳米活性碳酸钙技术

项目简介:

针对“双碳”背景下高效碳汇技术缺乏、电石渣堆存造成的环境污染与资源浪费问题,开发了电石渣固化二氧化碳制纳米活性碳酸钙技术,重点突破了二氧化碳高效吸收、基于中间体 ACC 调控晶型及粒度、超微细粒子表面改性等关键技术,实现了技术固碳同步制备纳米活性粉体材料。该型纳米活性碳酸钙可广泛应用于涂料、塑料、橡胶、胶粘剂、造纸、油墨、油漆、化妆品和医药等领域。

摘要图:



电石渣固化二氧化碳结晶转化新路径

技术特点:

以 CO_2 和电石渣为主要原料,通过深度复合除杂、多级连续碳化、纳微表面改性等方法制备纳米活性碳酸钙,解决了粒度粗大、粒度分布不均、纯度低、超细粒子浆液固液分离难等技术难题,实现了二氧化碳固化率大于 90%,获得了粒度分布窄、纯度高的纳米活性碳酸钙(平均粒径小于 50nm)。

示范与应用:

已建成千吨级电石渣固化二氧化碳制纳米活性碳酸钙示范工程,产品应用于塑料、造纸等行业。

258 电石渣制备块状氧化钙生产电石

项目简介:

电石渣是氯碱工业的高碱性固废，我国每年产量为 4000 万吨，主要成分是氢氧化钙，而氧化钙是我国工业的基础原材料，2020 年我国消耗 2.5 亿吨各类形态的氧化钙，传统氧化钙都是利用天然石灰石煅烧生产，不仅消耗很大资源，同时排放大量二氧化碳。项目利用电石渣经过提纯，成型，煅烧，制备成块状氧化钙，再回到电石炉中生产电石，实现氧化钙在氯碱行业的循环，不仅解决了固废问题，也保护了石灰石矿山，更重要的是煅烧电石渣制备氧化钙不产生二氧化碳，是真正的碳中和项目。

摘要图:



技术特点:

本技术采用水力旋流进行电石渣提纯，提纯后氧化钙纯度高达 93%，成本每吨 20 元，通过常温粘结剂有压成型，制备高冷强度块料，成本每吨 80 元；在通过成核诱导剂诱导成球形颗粒，增加块料热强度；通过成型控温智能煅烧工艺，强化氧化钙球团的热强度，成本每吨 250 元。

示范与应用:

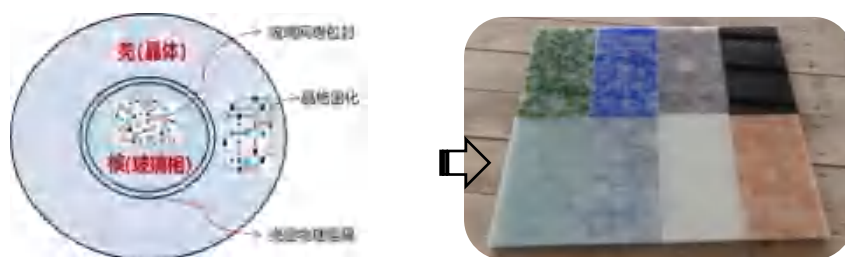
本项目处于批量生产阶段，暂时未建示范工程。它广泛用于冶金、化工、建材、环保等诸多领域。国内块状氧化钙消费量约为 1.5~3.0 亿吨。

259 纳微晶玻璃体固化危废协同资源 化高质利用技术

项目简介：

针对危险固废（HW18、HW17、HW26 等）固化过程中多元危害离子（重金属、非金属）同步固化难、易二次溶出等无害化处置不彻底，以及其无法循环利用造成资源浪费等问题。重点突破危废深度脱盐预处理、高掺量玻璃化配伍、玻璃体亚稳特性调控、亚稳玻璃可控结晶等关键技术。基于纳微晶玻璃固化体开发了用于化工、冶金、新能源领域的高强耐磨蚀工程微晶板、多孔微晶、超细玻璃纤维等结构功能一体化新材料及相关装备。

摘要图：



纳微晶玻璃体固化危害元素机制及固化体产品

技术特点：

开发了固化危废的多种新型中低熔点玻璃体系，构建了非晶-晶体特殊空间分布的玻璃相包覆纳米晶、晶体包覆玻璃相等“核-壳”组织结构。通过玻璃网络、晶格、晶体壳层等多尺度结构协同阻隔多元非金属、重金属离子，危害元素达到“近零”溶出，远低于国标（GB5085.3-2007）限值，实现多元危害离子同步稳定固化。

示范与应用：

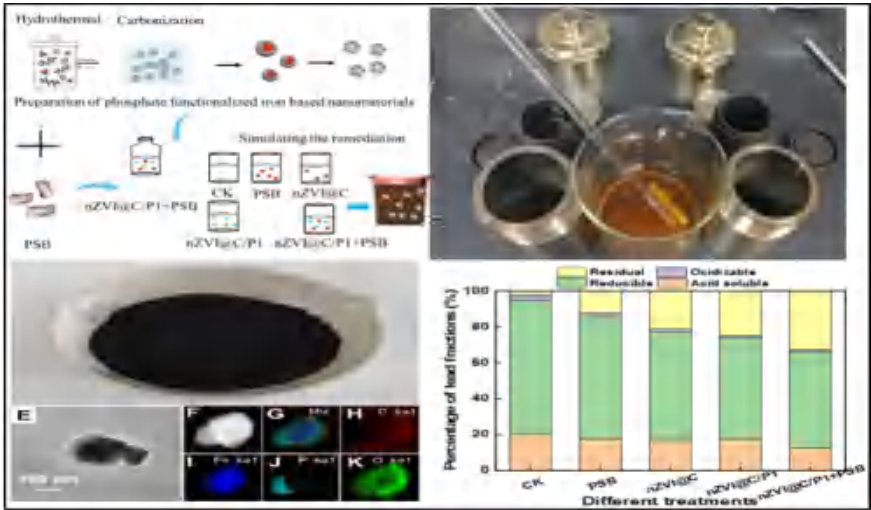
已建成千吨级飞灰无害化处置协同资源化高质利用示范工程，万吨级废渣制高强耐腐蚀工程微晶板示范工程，技术应用于垃圾焚烧飞灰、污泥无害化处置领域，产品应用于电力耐磨蚀、建筑装饰、化工耐腐蚀等行业领域。

260 功能材料耦合微生物原位钝化 土壤重金属技术

项目简介：

开发了铁碳固废基重金属钝化环境功能材料，并结合解磷菌、硫酸盐还原菌、铁还原菌等环境功能微生物，制备形成多孔网状结构的重金属钝化菌剂，强化了微生物对重金属的耐受能力，最终形成了功能材料耦合微生物跨介质修复技术。该技术被认为是绿色高效的修复技术，主要应用于土壤重金属污染的修复，解决当前土壤重金属原位钝化二次释放难题，可以有效的降低修复成本和缩短修复周期，在生态修复市场具有非常强的竞争力和产业化前景。

摘要图：



技术特点：

该技术具有低成本、绿色、高效、无二次污染等特点，对溶液中重金属的钝化率可达 99%以上，可以使土壤残渣态重金属含量明显增多，占到土壤重金属总量的 33%，可极大提高土壤重金属的长效钝化效果。

示范与应用：

该技术主要应用于土壤重金属污染的修复，结合生境重建、土壤重构、土壤-地下水协同修复、场地污染阻控、生态景观建设、多元化生态修复等技术，目前正应用于江西赣州稀土矿山的修复。

261 离子液体催化降解 PET 绿色新技术

项目简介:

本项目面向循环经济及可持续发展的迫切需求,针对传统化学法回收技术中存在的反应条件苛刻、反应速率低、分离过程复杂等核心问题,开发了具有自主知识产权的废旧 PET (聚对苯二甲酸乙二醇酯) 降解新技术,包括 DMT、BHET 等两个产品路线。成功实现了千吨级催化降解废旧 PET 工业示范装置的建立及运行。其产品纯度高,既可用于再生 rPET 生产,也可作为制备不饱和树脂、聚氨酯胶粘剂等高附加值产品原料。该技术有效降低了 BHET 的生产成本和能耗,同时为解决废旧 PET 所带来的资源浪费及环境污染问题提供了有效途径。

摘要图:



100L 废旧 PET 催化降解连续装置

技术特点:

该技术采用功能化离子液体为催化剂,具有良好的催化活性和稳定性,降解率可达 100%,酯化物及单体回收率达 93%以上,单体产品 DMT、BHET 纯度分别高达 99%、98%以上。该技术适用于多种废旧 PET 原料,反应条件温和,时间短,工艺流程简单,安全性好,可实现连续化生产。

示范与应用:

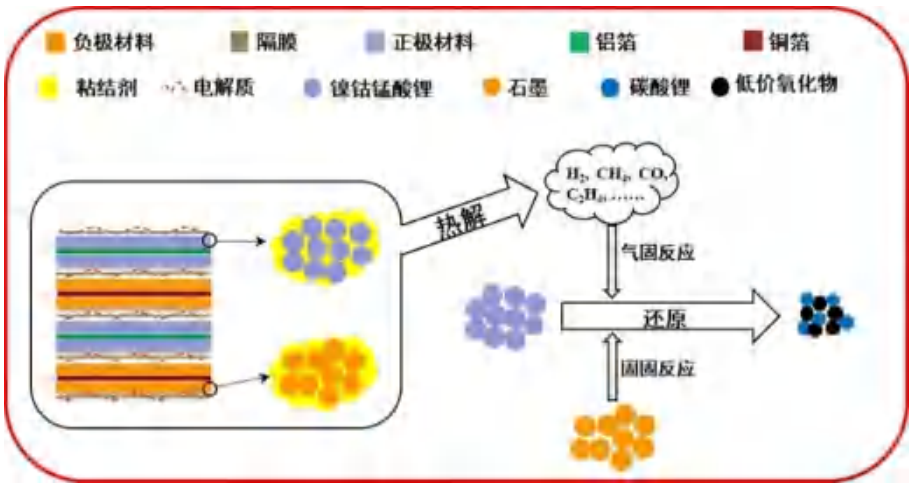
目前已建成 100 L 规模废旧 PET 塑料催化降解连续装置,1000 吨/年工业示范装置已与企业合作建成了并已成功运行。

262 废旧锂离子电池全量化循环利用技术

项目简介：

废旧动力锂离子电池目前年产生量约 20 万吨，未来 2 年内预计突破 30 万吨，回收价值高。中科院过程所创新研发了废旧动力锂离子电池全组分回收利用成套化技术，突破了废旧动力电池拆解物全组分热解协同正极材料矿相解构调控、选择性提锂制备电池级锂盐、正极粉浸取液直接制备电池材料、热解尾气深度脱氟回收利用、石墨尾渣纯化制备高纯石墨等关键技术，得到的碳酸锂、三元前驱体和高纯石墨可用于生产新动力锂离子电池，实现了能源金属循环再生。

摘要图：



废旧三元锂离子电池全量化热解机理图

技术特点：

废旧动力锂离子电池全量化热解-选择性提锂-直接硫酸浸出-制备三元前驱体的整体工艺路线，缩短工艺流程，突破了废旧动力电池拆解物全组分热解协同正极材料矿相解构调控、选择性提锂制备电池级锂盐、正极粉浸取液直接制备电池材料、热解尾气深度脱氟回收利用、石墨尾渣纯化制备高纯石墨等关键技术。锂选择性回收率在 90%以上，碳酸锂产品纯度大于 99.99%，镍钴锰浸出率高于 99%，石墨纯度大于 99.99%。本方案经济效益显著，实现锂、镍、钴、锰战略金属资源的高效回收，为废旧三元动力锂离子电池回收提供理论依据和技术支撑。

263 锂电废匣钵资源化利用技术

项目简介:

本项目主要解决锂电正极材料制备过程中的废弃匣钵等新兴锂电固废的产生增量大和危废问题,重点解决了有价值组分快速分离、能源金属高效浸出、高值产品梯级分离等多个关键技术问题,形成了物理化学协同化利用技术路线,开发了关键物理分离装备,湿法回收梯级分离技术可实现匣钵中镍钴锰锂能源金属浸出率 $>90\%$,净化匣钵回用率及耐材化使用率近 100% ,整体工艺可实现废匣钵的循环利用,无废水产生,具有良好的经济效益和社会效益。

摘要图:



锂电废匣钵资源化利用示范工程现场及产品

技术特点:

1) 开发了首台套锂电能源金属高效快速分离富集技术及装备; 2) 研发了有价值金属元素高效浸出及梯级分离技术, 可实现多杂质金属高效分离; 3) 形成了结晶调控与介质循环技术, 可实现介质循环及产品高值化。

示范与应用:

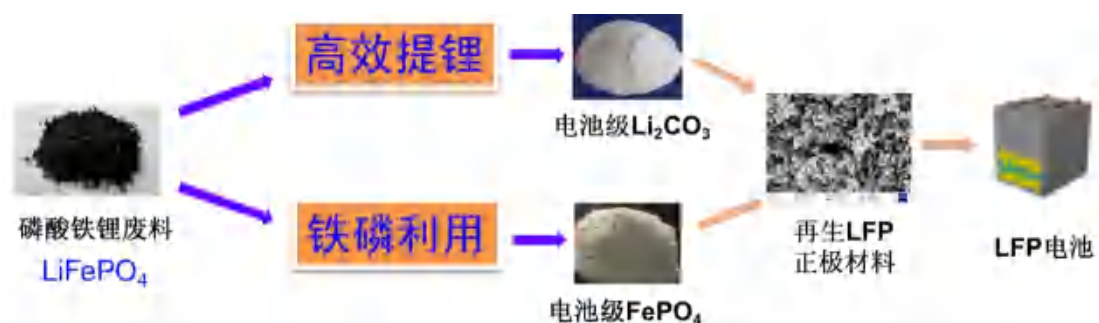
本项目开发了新型物理分离装备, 已推广应用 4 台套; 建成了年处理 200 万个锂电废匣钵资源化利用示范工程。

264 磷酸铁锂废料再生利用技术

项目简介:

磷酸铁锂动力电池安全性能好、循环寿命长，是电动商用车和大规模电网储能领域的首选电源，目前发展势头极为强劲，未来退役电池回收市场需求巨大。本项目以退役电池拆解分选得到的磷酸铁锂废料（黑粉）为原料，可将其分别制备成电池级碳酸锂和电池级磷酸铁，也可再制备成磷酸铁锂正极材料。本项目流程简单，锂铁磷回收率高，产品质量好，经济性好，残渣可资源化利用。本项目技术还可应用于将其它含磷原料（如湿法粗磷酸、磷酸铁锂废料提锂后的铁磷渣、磷酸铁生产废料等）经济制备成电池级磷酸铁。

摘要图:



技术特点:

（1）有价值元素采用选择性分离方法，流程简单；（2）锂/铁/磷回收率高，均可大于 90%；（3）产品质量好，碳酸锂、磷酸铁、磷酸铁锂均可达到电池级标准；（3）经济性好，制备成本较现有商业技术降低 30%；（4）残渣可资源化利用，不产生二次污染。

示范与应用:

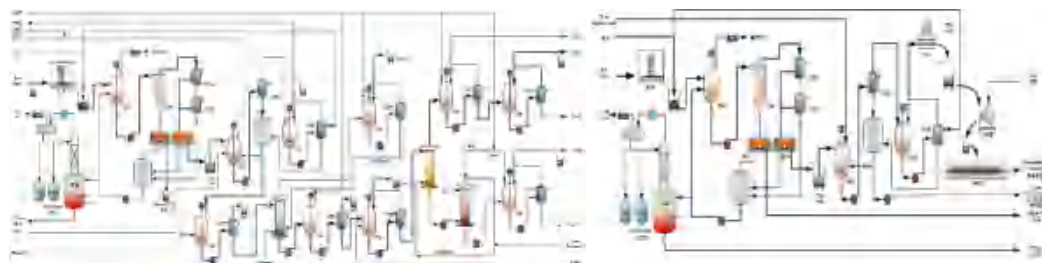
已完成吨级扩试，目前正在进行中试放大。

265 废旧锂电全组分回收技术及绿色工艺

项目简介:

退役三元动力电池现有工艺侧重高值有价元素,存在工艺流程长、高价元素回收率低、三废排放量大,且回收工艺路线以提取高价值的锂和钴元素为主,尚缺少石墨负极和电解液的回收技术及工艺。团队针对动力电池的关键组成,提出一种模块化回收思路,通过对退役电池智能拆解实现各组份高效解离、电解液提取和高值利用、离子液体辅助优先提锂和前驱体短程再生、负极石墨除杂再生技术以及全流程工艺集成及系统优化,实现三元动力电池全组分高效回收。所开发回收工艺简洁绿色化,在技术市场上更具竞争优势和环保前瞻性。

摘要图:



三元废粉有价金属萃取分离-纯化流程

废旧石墨剥离-深度除杂-再生流程

技术特点:

核心技术 1: 选择性回收锂资源--开发了离子液体萃取剂,实现三元废粉中锂的优先提取,提取率为 96%;

核心技术 2: 负极高效回收再生循环利用--实现废旧石墨粉料性能修复,达到了商业级水平

示范与应用:

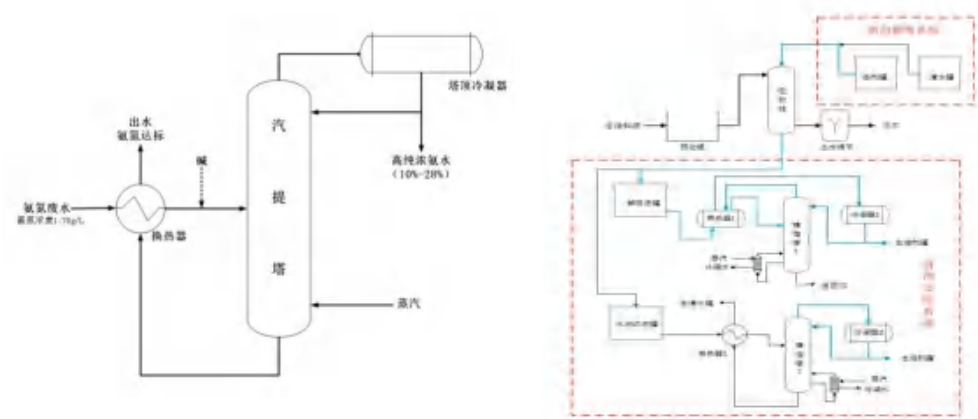
本项目研发进展顺利,目前已在廊坊分部建成小试生产线。

266 新能源行业污染物资源化处理技术

项目简介：

锂电等新能源行业近年来在国内外取得长足发展。针对该行业废水排放量大，含大量氨氮、重金属、油等污染物的特点，本项目突破了药剂强化热解络合-分子精馏脱氨技术、新型 ORZ 微球吸附深度除油技术，有效脱除废水中的氨氮和油类污染物，实现废水环保达标处理和资源回收利用。处理后出水氨氮<10mg/L、油含量<5mg/L，同时资源化回收高纯氨水（10%-28%）、油（萃取剂）等产品回用于生产或进行销售，环境经济效益显著。

摘要图：



技术特点：

能将废水氨氮由 1000-70000mg/L 一步降至 10mg/L 以下（最低<3mg/L）；氨氮去除率和资源回收率大于 99%；脱氨设备自动化程度高；ORZ 材料对油类的深度脱除效果显著；油含量可处理至<5mg/L，最低可<1mg/L；脱氨、除油设备一体化撬装设计，属国内外首创；装置紧凑，占地面积少；全过程无废水、废气、废渣等二次污染产生，克服了传统处理技术成本高、污染转移等缺点。

示范与应用：

项目成果已在新能源行业建设示范工程近 40 套，应用企业分布于湖南、江西、广东、浙江、福建、江苏、宁夏、青海、天津、湖北、吉林、安徽、重庆、辽宁、陕西、内蒙古等全国多个省市，每年处理废水量超过 1400 万吨，部分工程已稳定运行 10 年以上。通过氨氮、油类污染物减排和氨资源回收，为企业创造经济效益超过 10 亿元/年。

267 退役动力电池循环利用

项目简介：

退役动力电池具有资源和环境双重属性，针对其循环利用流程长、二次污染重等行业瓶颈，项目组长期专注锂电池废料高效处理与污染控制科技创新研究，通过揭示特征污染物及有价元素释放与转移转化规律，提出以“清洁生产源头减排-介质内循环-废水近零排放”为核心的废料高效处理新方法，突破选择性提取、正极材料短流程再生等关键技术及装备，建成产业化工程，带来了显著社会经济效益。

摘要图：



技术特点：

从锂电废料中短流程回收高值电池级碳酸锂和前驱体的同时，解决了现有强酸全溶-多步分离工艺普遍存在的锂回收率低、酸耗高、危废和废水产生量大等行业共性问题，锂回收率由传统工艺的约 60% 提高到大于 90%，废水产生量减少 30% 以上，过程酸碱耗降低 40% 以上。

示范与应用：

广东邦普、浙江华友、赣州豪鹏等。

市场分析：

随着退役锂电的持续增量，锂电循环利用具有广阔的市场前景。

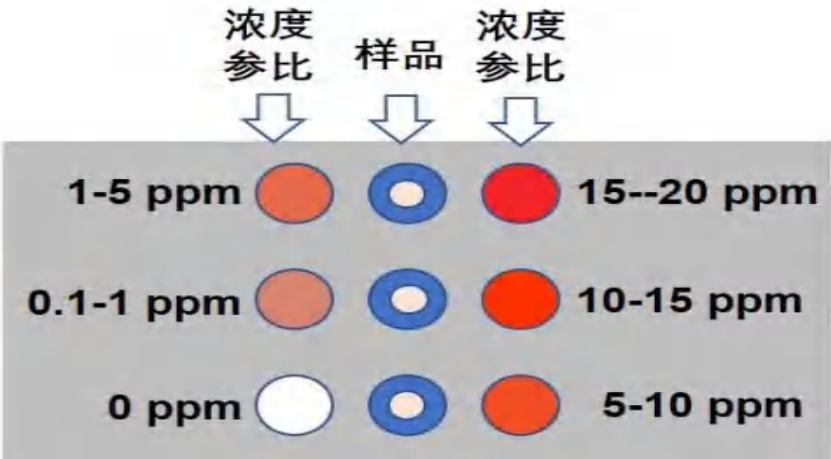
268 其他环保技术

1、纸基微流体便携式检测饮用水中金属/微生物

项目简介：

现代化进程导致水质急剧恶化，水质问题十分突出。根据国标要求，饮用水在使用前需进行 106 项检测项目，但由于各种限制因素这些指标检测并不能全部完成。如何检测生活用水中重金属及微生物是否超标，放心摄取饮用水成为国民忧心的重大问题。目前除了耗费巨资送往检测机构去检测外，普通民众对水质检测的渠道十分短缺，亟需一种快速便携的水质检测方法。因此建立一种精准快速地便携式水质检测方法具有十分重要的应用和商业价值。

摘要图：



技术特点：

此技术可快速准确定量检测废水/自来水中金属/微生物，以生产用纸为基底、组装少量功能化膜及显色剂制备成便携式检测试纸，仅需滴一滴水样到试纸上，十分钟以后比色卡比对浓度，已应用于实际污水及自来水的检测。具有定量准确、耗费原材料少、操作简便、成本低廉、绿色环保等优势。采用便携式微流体检测试纸对目标物测出的检测线均低于国家及国际相应标准。

示范与应用：

产品目前尚在实验室规模小试阶段。

269 颗粒阻尼减振降噪技术

项目简介:

颗粒阻尼技术是一种新型振动被动控制阻尼技术,通过颗粒体和阻尼器之间构成了一个耦合的高度非线性动力学系统,颗粒与阻尼器间的摩擦和非弹性碰撞迅速地将振动体动能耗散,从而起到阻尼作用,达到减振降噪的目的。颗粒阻尼技术具有应用环境范围广、减振频带宽(0~6000Hz)、耐久性好、可靠度高、对温度变化不敏感(在颗粒金属熔点以下均可正常使用)等诸多优点,已应用在航空航天、建筑桥梁、车辆和机械等行业领域,前景广阔。

摘要图:



唐山三川 4x18m 龙门镗铣床减振 90%、机床结构用钢减少 49%

技术特点:

1、颗粒阻尼减振降噪技术与结构轻量化设计相结合,可以有效降低装备设施主体结构制造的原材料使用量; 2、颗粒阻尼减振降噪技术可以有效的提升装备整体和关键部件的稳定性及使用寿命; 3、颗粒阻尼减振降噪技术可以有效降低装备设施的运维成本。

示范与应用:

本项目处于技术成熟阶段,可进行推广示范应用。前期已在数控机床、冶金装备、动力机械和轨道工程等领域应用,均已取得预期效果,未来可广泛用于制造业、建筑、车辆、军工和航空航天等诸多领域。

270 绿色化工

1、戊二胺绿色制备技术

项目简介:

尼龙 5X 由戊二胺与二元酸聚合而成, 具有轻质、阻燃、高强、耐磨等特性, 在国防和航天等领域具有广阔的应用前景, 被公认为是替代尼龙 66 的新一代材料。开发离子液体强化赖氨酸脱羧酶合成戊二胺新过程, 有望促进生物基戊二胺绿色清洁化生产。我国 L-赖氨酸产量为 180 万吨, 产能严重过剩, 价格低廉, 以 L-赖氨酸为原料的全细胞催化合成戊二胺是目前最具工业化潜力的技术路线。

摘要图:



技术特点:

突破戊二胺合成关键酶的“芯片”问题, 获得自主知识产权的关键酶, 构建了三代基因工程菌株, 建立了戊二胺一步生产工艺及戊二胺分离纯化的全链条工艺。发酵罐水平工业级赖氨酸摩尔转化率 $>99\%$, 戊二胺生产强度高达 300g/L/h , 戊二胺回收率高达 98.3% , 浓度 $\geq 99.5\%$ (w/w)。

示范与应用:

该技术制备的戊二胺可与二元酸聚合成生物基尼龙 5X, 也可用作合成聚氨酯、螯合剂和添加剂等化工产品的核心单体。

271 离子液体强化正丁烷氧化制顺酐新工艺

项目简介:

钒磷氧化物（VPO）催化剂是正丁烷氧化制顺酐最有效的催化剂。目前工业上制备的 VPO 存在活性低、选择性差、比表面积小及易过度氧化等问题。因此，本项目提出离子液体强化制备高效 VPO 的新方法，主要是在离子液体高电荷密度阳离子的结构导向和金属阴离子电子助剂的协同作用下，从结构和晶相双层调控角度，可控合成具有高比表面积、高活性相、结构均一的 VPO 催化剂，从根本上实现正丁烷高活性和高选择性氧化。

摘要图:



技术特点:

目前已成功开发了系列新型高效的 VPO 催化剂，实现正丁烷的转化率>90%，顺酐选择性>70%，顺酐重量收率>106%。完成了吨级催化剂规模化平台的建设，建立了完善的催化剂评价平台；完成了万吨级正丁烷选择性氧化生产顺酐工艺包设计；实现了 300 吨/年的工业生产。

示范与应用:

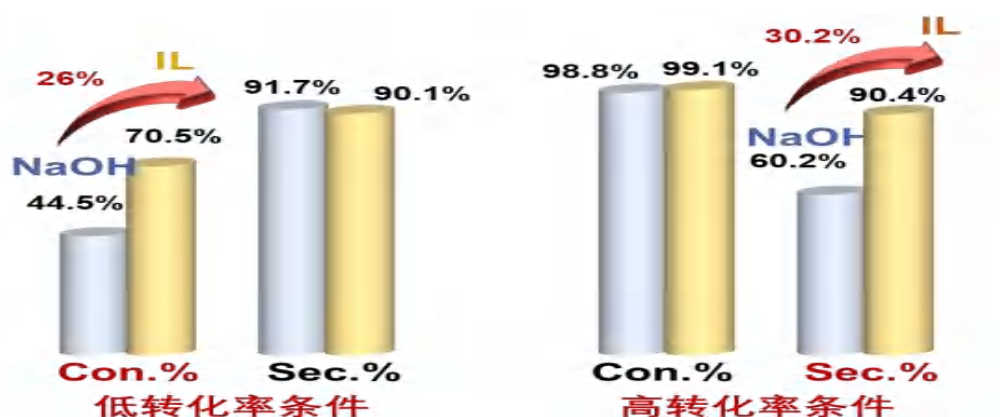
成功应用于 4 套生产装置，总规模达到 27.5 万吨/年，打破国际垄断，占据国内市场份额 22%。

272 离子液体催化合成醇醚绿色新工艺

项目简介:

二元醇醚是环氧化合物的重要高附加值衍生物之一，素有“万能溶剂”之称，广泛应用于国民经济众多领域，其可控合成具有重要的现实和经济意义。本项目采用环境友好的离子液体作为催化剂，实现醇醚的可控合成，催化剂性能稳定，收率高，解决催化工艺设备腐蚀严重，难以分离等问题。研制的反应-分离耦合的连续工艺生产二元醇单醚的绿色技术，工艺过程简单，提高工业生产能力，利用反应过程强化提高目标产物收率。

摘要图:



技术特点:

目前已研发出两类高效均相和多相离子液体催化剂，并实现了催化剂的规模化生产；温和条件（80–140°C），低醇烷比（1:1~1:3）下，反应呈现高活性和高选择性，环氧的转化率 $\approx 100\%$ ，醇醚选择性 $\geq 95\%$ ；新技术可将反应效率提高50%以上，能耗和“三废”排放量降低30%以上，显著地减少环境污染，推动化工行业的绿色升级。此外，新技术精准调控聚离子液体的组成和离子率，调控催化反应性能，实现高效非金属催化，从源头上减少杂质。

示范与应用:

本项目处于批量生产阶段，暂时未建示范工程。

273 离子液体法纺丝制备再生纤维绿色技术

项目简介:

再生纤维素纤维以天然植物纤维素为原料,具有吸湿性好、透气性强、优良的悬垂性和蚕丝般的光泽等性能,被誉为“会呼吸的面料”,广泛应用于纺织行业。传统的粘胶工艺能耗大、污染重。离子液体与绿色工程研究部开发了具有独立知识产权的离子液体溶解纤维素纺丝新技术,具有工艺简单、可控溶解、稳定性高、无三废排放的优势,有望形成新一代再生纤维纺丝技术。

摘要图:



技术特点:

以离子液体为溶剂溶解木浆/棉浆纤维素,通过干喷湿法纺丝制备再生纤维素长丝。溶解过程可控,离子液体稳定性高且可高效回收循环利用,过程无三废排放。离子液体法纺丝技术可拓展应用于角蛋白纤维、阻燃纤维、抗菌纤维的制备。

示范与应用:

本项目处于百吨级示范工程阶段。广泛用于纺织领域。

274 离子液体催化合成生物基聚碳酸酯绿色技术

项目简介:

聚碳酸酯(PC)是五大通用工程塑料中唯一具有良好透明性的产品,被广泛用于电子电器、汽车、医疗器械等领域,是不可或缺的航空航天材料。国内需求量居世界首位(~200万吨),但自给率不到40%、技术卡脖子。目前用量最大用途最广的石油基PC由于其双酚A具有雌激素效应和慢性毒性已被多国禁用,生物基PC与传统石油基PC相比具有高度可着色性、优良的冲击强度、耐候性和耐划伤性,特别是生物安全性,是世界PC技术发展的方向,因此开发具有自主知识产权的生物基PC合成绿色新技术具有重要意义。

摘要图:



100 吨/年 PC 连续放大装置

技术特点:

1) 以碳酸二甲酯为原料,先与苯酚生成碳酸二苯酯(DPC),然后在熔融状态下与双酚A进行酯交换、缩聚制得PC产品,工艺清洁,无三废排放,路线简单;2) 新型离子液体催化剂具有良好的催化活性和稳定性,有利于实现温和转化;3) 共聚体系显著提升了生物基聚碳酸酯的性能并拓展了下游应用领域,从根本上提高我国PC产业链和市场后续发展的竞争力。

示范与应用:

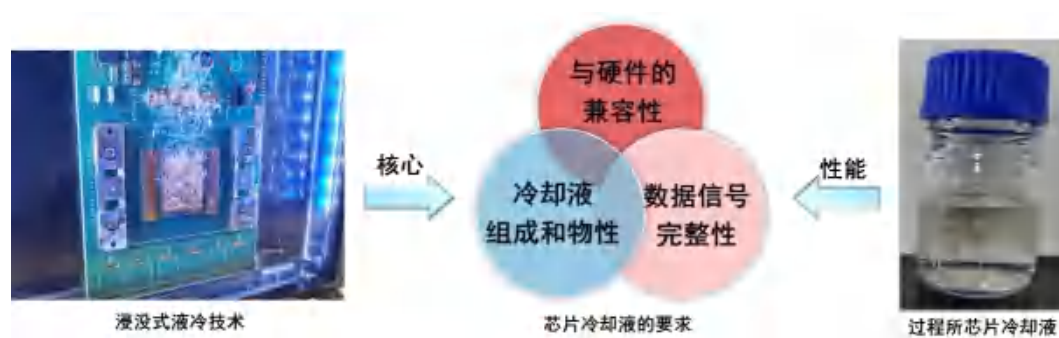
本项目处于百吨级放大阶段。广泛用于食品包装、医疗器械、电子/电器产品以及汽车制造业等领域。

275 新型芯片冷却液制备技术

项目简介:

以离子液体为催化剂制备新型浸没式芯片冷却液的绿色工艺,创新性地将离子液体应用到含氟化合物的合成反应,使催化剂与反应体系具有较好的相容性,且反应条件温和,突破原反应体系复杂、催化剂溶解度低、助溶剂易变质等问题,新工艺实现了温和条件下芯片冷却液的制备。该成果成功地将离子液体应用到液冷技术中,为离子液体的研究提供了新的应用领域,同时,开发了自主知识产权的芯片冷却液,推动了液冷技术的发展和液冷中心的建设。

摘要图:



技术特点:

离子液体催化制备新型芯片冷却液技术是具有自主知识产权的新一代绿色技术,该技术路线简单、经济性高,所用催化剂稳定性高、并提升了反应效率。目前所获得的新型冷却液物性参数可调控,与芯片硬件兼容,保证数据信号的完整性,能够为数据中心节能、降噪。

示范与应用:

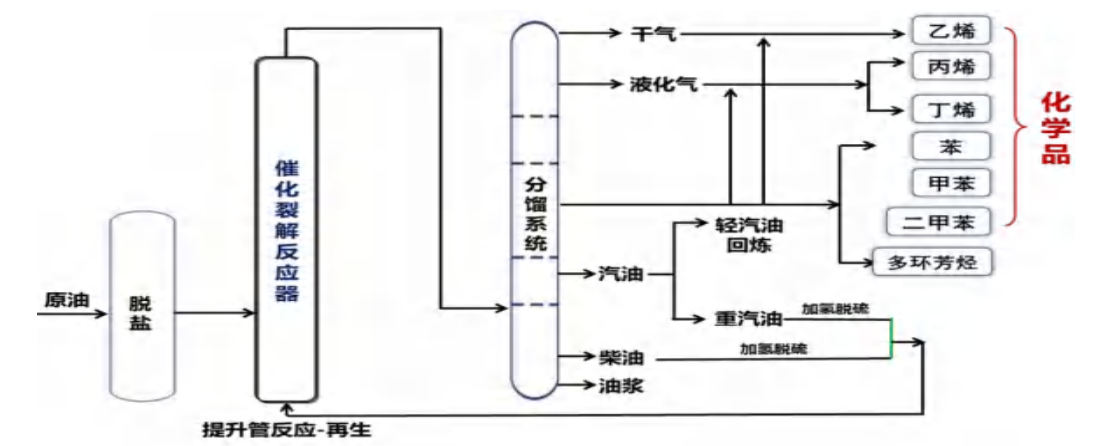
该技术可应用于数据中心、超算中心、5G 元器件的冷却和循环散热。

276 原油直接催化裂解多产化学品技术

项目简介：

基于我国成品油市场严重过剩、乙丙烯等化学品自给率不足的现状，本项目开展了原油直接裂解多产化学品技术的研究。该技术绕过传统常减压蒸馏过程，直接将原油转化为轻质烯烃和芳烃等化学品。研发了新型催化剂及规模化制备技术，突破了催化反应动力学与传递过程匹配、循环流化床反应器强化设计及全系统优化集成等关键技术难题，形成原油直接裂解多产化学品新工艺，并完成了中试放大，为大规模工业应用奠定基础。

摘要图：



技术特点：

本项目基于分子炼油思路，通过调控催化剂的孔结构、酸性、酸强度等开发金属负载型多级孔分子筛，并从微观层面揭示裂解机理，实现产品的精准调控；突破催化反应动力学与传递过程匹配、循环流化床反应器强化设计、产品分离及系统集成等关键科学技术难题，形成成套技术，实现最大化生产化学品。

示范与应用：

该技术的成功开发及应用将为我国石化企业由“炼油型”向“化工型”转型升级提供技术支撑，加快炼化行业绿色化、高端化、低碳化升级换代，可应用于炼化一体化装置。

277 混合碳四高效综合利用生产甲基丙烯酸甲酯

项目简介:

甲基丙烯酸甲酯（MMA）主要用于有机玻璃行业，广泛用于汽车、建筑、设备部件、家用电器材料、卫生洁具、光学级有机玻璃、光导纤维等。自 2001 年，团队研发了异丁烯氧化制 MMA 工艺，进行 10 余年的技术攻关，目前已经形成催化剂、反应器、工艺的系统集成，2014 年建立了 2 万吨工程示范，2017 年在此基础上开发了异丁烯三步法的技术，并实现工业化。

摘要图:



技术特点:

1) 新工艺以异丁烯为原料，工艺清洁，路线简单，如果没有异丁烯，可以考虑用叔丁醇或者 MTBE 为原料，工艺和催化剂不变；2) 开发的新型催化剂具有良好的活性和稳定性，转化率和选择性高；3) 新型结构的高效反应器；4) 新型脱水过程及高效共沸分离和纯化技术。

示范与应用:

拥有自主知识产权的催化剂和工艺，拥有万吨级、10 万吨级的工业化经验，目前可以单独进行催化剂和工艺包转让

278 合成气-乙烯制甲基丙烯酸甲酯技术介绍

项目简介:

我国 MMA 的生产 70%以上的企业采用氢氰酸工艺,污染重、规模小、质量差,同时每吨 MMA 产生含氰废渣 1.5 吨,难降解废水 15 吨,难以处理,此外原料氢氰酸属剧毒物质,建设氢氰酸合成装置受到技术、原料和环保等多方面条件的限制。自 2010 年,团队提出了合成气-乙烯合成 MMA 技术,该技术以合成气和乙烯原料,采用四步法生产 MMA,工艺原料符合中国国情,反应过程相对温和,工艺过程三废较少,该工艺延伸了煤化工的产业链。

摘要图:



技术特点:

1) 新工艺以合成气和乙烯为原料,典型的煤化工和石油化工的结合;2) 开发的新型催化剂具有良好的活性和稳定性,转化率和选择性高;3) 反应条件相对温和。

示范与应用:

拥有自主知识产权的催化剂和工艺,目前已经完成了千吨级工艺验证,目前可以进行催化剂和工艺包转让。

279 醋酸甲酯合成甲基丙烯酸甲酯技术介绍

项目简介:

MMA 是一种重要的大宗化工单体。广泛应用于制造有机玻璃、涂料、改性剂、合成橡胶及功能高分子材料等方面，市场前景非常广阔。自 2012 年，团队提出了醋酸甲酯合成 MMA 技术，该技术以醋酸甲酯和甲醛为原料，采用三步法生产 MMA，工艺原料易得，反应过程相对温和，工艺过程三废较少，属于典型的清洁工艺。该工艺开创了全新的 MMA 生产工艺，将丰富和延伸我国甲醇产业链，具有重大意义。

摘要图:



技术特点:

1) 新工艺以醋酸甲酯和甲醛为原料，工艺清洁，原料易得；2) 开发的新型催化剂具有良好的活性和稳定性，转化率和选择性高；3) 反应条件相对温和。

示范与应用:

拥有自主知识产权的催化剂和工艺，目前已经完成了百吨级的工艺验证

280 非光气异氰酸酯-MDI 技术

项目简介:

异氰酸酯是制备战略性工程塑料聚氨酯的重要原料,其中二苯甲烷二异氰酸酯(MDI)是量大面广的代表性产品,大量用于汽车、风电、高铁、军工等领域,年需求量超 1000 万吨。传统异氰酸酯生产技术为光气法,主要由拜耳、巴斯夫、亨斯曼、陶氏化学公司等跨国公司掌握,我国仅有万华化学集团股份有限公司掌握了异氰酸酯光气法规模化生产技术。国内外企业都在迫切寻求源头替代剧毒光气的低成本清洁合成工艺。

摘要图:



非光气异氰酸酯 MDI 示范工程

技术特点:

本项目采用苯胺、尿素和甲醇等大宗化学品为原料,经过羰化、热解等过程制备 MDI 及 PMDI,实现清洁制备异氰酸酯 MDI。相比光气法过程氯循环,本技术特点在于氨循环,可以直接衔接尿素生产过程。

示范与应用:

在突破系列关键技术和核心装备的基础上,完成了全流程千吨级试验,获得了第三方检测合格的非光气 MDI 产品,形成了非光气异氰酸酯整体工艺技术体系,编制了万吨级工艺技术软件包。

281 CO₂ 高效转化制备碳酸酯新技术

项目简介:

CO₂ 是重要的 C1 资源, 其资源化利用不但能带来经济效益, 还有利于减少温室气体排放。使用 CO₂ 合成碳酸乙烯酯 (EC) 和碳酸二甲酯 (DMC) 在内的五种锂电池电解液碳酸酯, 同时副产乙二醇 (EG) 等重要化工原料, 对支撑战略新兴产业和国民经济基础产业具有重大意义。本项目针对现有碳酸酯合成工艺中流程复杂、能耗高、经济性差等问题, 开发了离子液体催化 CO₂ 转化制备 DMC/EG 高效清洁新工艺。

摘要图:



技术特点:

(1) 开发的新型催化剂活性高、稳定性好且易分离, 同时形成了催化剂规模化制备技术, 完成了催化剂的工业化制备; (2) 研制了羰基化和醇解反应的新型反应系统, 使环氧乙烷平稳、安全、高效转化; (3) 通过工艺系统的能量集成降低能耗, 节约了生产成本, 新技术具有原料适用性强、能耗低、无三废排放等优势; (4) DMC 产品质量达到了国标电子级标准, EG 产品质量达到国标聚酯级标准。

示范与应用:

本项目建成了万吨级示范装置和 10 万吨/年工业装置, 并已成功开车运行, 预计总产值达 10 亿元。

282 秸秆汽爆炼制联产丙酮丁醇乙醇以及木塑板

项目简介:

丁醇作为燃料具有良好的水不溶性、低蒸汽压、高热比等特点,与燃料乙醇相比,能够与汽油达到更高的混合比,能量密度接近汽油,更适合在现有的燃料供应和分销系统中使用,被认为是比燃料乙醇更具有广泛应用前景的第三代生物燃料。生物丁醇还具有显著的环保效益,减少石油精炼和消费过程中温室气体的排放。传统的丙酮丁醇发酵工业主要采用玉米和糖蜜作为发酵原料。由于发酵原料对丙酮、丁醇的价格起着决定性的影响,因此,选用廉价的可再生物质作为发酵原料成为降低发酵成本的一个有效途径。

摘要图:



技术特点:

针对秸秆转化丁醇过程中存在的酶解效率低、纤维素难以降解等问题,采用“秸秆两步水解制糖,水解糖与酶解糖联合发酵丁醇丙酮”的工艺路线,即首先将秸秆半纤维素水解,再将秸秆中的短纤维酶解,最后将水解物(以木糖为主)和酶解物(以葡萄糖为主)进行联合发酵,产出包括丁醇、丙酮、乙醇的溶剂(简称 ABE)。

示范与应用:

该成果突破了秸秆丁醇的产业化技术,在世界上首次实现了万吨级规模化连续生产,经济运行,具有重要的示范和推广价值,创新性强,具有自主知识产权,技术成果达到了国际领先水平。

283 秸秆汽爆炼制联产乙醇、压缩生物天然气和木塑复合环保材料

项目简介：

本项目以农业废弃物为原料，开发出以秸秆乙醇为主，生物绿色车用 CNG、木质素复合材料为辅的综合利用技术。解决了目前国内秸秆乙醇企业产品单一，难以实现盈利的制约行业发展瓶颈问题。其生产过程是将农业废弃物水解为单糖，再将单糖发酵成乙醇；将少量未利用的有机物通过生物降解的方法生产沼气，沼气经净化、压缩生产车用 CNG；过程中生成的废渣（主要为木质素）与树脂（PVC、PE、PP）混合生产木塑复合环保材料。实现了秸秆全组分的充分利用。

摘要图：



技术特点：

1) 基于秸秆原料结构特性，发明了无污染汽爆炼制技术，揭示了汽爆破除天然纤维素抗降解屏障作用机制。

2) 发明了同步发酵木糖、葡萄糖、耐受抑制物的工业应用酿酒酵母的连续动态驯化技术；建立了复合纤维素酶制剂工业应用体系。

3) 提出了以秸秆乙醇为主，车用压缩生物天然气（CNG）、木塑复合环保材料为辅的秸秆炼制集成技术路线，建立了万吨级汽爆秸秆乙醇产业化技术体系。

示范与应用：

实现了万吨级秸秆发酵乙醇及综合利用规模化连续生产和经济运行，具有重要的示范和推广价值。创新性强，具有自主知识产权，该成果处于国际领先水平。

284 绿色生物制造低成本可发酵糖

原料及其发酵工程

项目简介:

糖是食品、饮料、医药、化学品等的生产原料，我国制糖所需原料供给受季节性、地域性影响，亟需破解原料局限性难题。以“绿色发展”理念为指导，通过建立绿色生物制造产业核心技术和装备体系，解决产业核心技术供给问题。针对木质纤维素原料糖化过程成本高、糖化液可发酵糖浓度低等“卡脖子”问题，建立高效的前处理-绿色反应介质耦合低强度连续汽爆预处理工艺，研究纤维素酶协同降解机制并开发底物特异性强的复合酶系，构建秸秆高固酶解循环糖化系统及装置，实现了低成本、高固酶解高浓度发酵糖高效制备，进而发酵制备下游乙醇、丁醇、赖氨酸、乳酸、柠檬酸等化学品。

摘要图:



技术特点:

基于秸秆原料结构特性，发明了无污染汽爆炼制技术，研制了间歇式低压汽爆装备，揭示了汽爆破除天然纤维素抗降解屏障作用机制；研究了纤维素酶协同降解机制并开发底物特异性强的复合酶系，通过秸秆补料分批酶解工艺，构建了秸秆高固酶解循环糖化系统及装置，实现了低成本、高固酶解，提高了可发酵糖浓度。

示范与应用:

该技术已成功应用于万吨级秸秆乙醇及丁醇的示范生产。

285 气相双动态固态发酵生物农药

项目简介:

生物农药是指利用生物活体或其代谢产物针对农业有害生物进行杀灭或抑制的制剂。生物农药选择性强,对人畜安全;对自然生态环境安全、无污染;可利用农副产品生产加工,原材料来源广泛、生产成本低廉。本项目首次采用周期性压力脉动和气体内部循环的气相双动态新方法,有效强化了固态发酵过程中固态床层的热量传递和氧传递,刺激微生物代谢,消除了固态床层的温度梯度,缩小培养基内部产物分布梯度,实现了固态发酵纯种大规模培养。

摘要图:



技术特点:

- ①与深层液态发酵相比,固态发酵节水、节能,产酶种类齐全;
- ②与传统固态发酵相比,无固体层翻动机械传动;在压力容器中气相双动态强化传热;反应器结构简单、无粘壁问题、无死角;容易密封、便于工业放大;
- ③大规模纯种发酵,污染率可降低到 0.1% 以下;
- ④发酵菌种成活率比常规固态发酵提高数倍;
- ⑤生产成本可降低 50% 以上。
- ⑥从根本上解决了传统发酵常规得菌率低、产品质量不稳定的弊端。

示范与应用:

目前运用于白僵菌、绿僵菌、苏云金杆菌等制剂的生产中。

286 气相双动态固态发酵微生物菌剂

项目简介:

微生物菌剂用于拌种或蘸根,具有直接或间接改良土壤、恢复地力、预防土传病害、维持根际微生物区系平衡和降解有毒害物质等作用,可提高农产品产量、改善农产品品质、减少化肥用量、降低成本、保护生态环境。本项目首次采用周期性压力脉动和气体内部循环的气相双动态新方法,有效强化了固态发酵过程中固态床层的热量传递和氧传递,刺激微生物代谢,消除了固态床层的温度梯度,缩小培养基内部产物分布梯度,实现了固态发酵纯种大规模培养。

摘要图:



技术特点:

- ①与深层液态发酵相比,固态发酵节水、节能,产酶种类齐全;
- ②与传统固态发酵相比,无固体层翻动机械传动;在压力容器中气相双动态强化传热;反应器结构简单、无粘壁问题、无死角;容易密封、便于工业放大;
- ③大规模纯种发酵,污染率可降低到 0.1% 以下;
- ④发酵菌种成活率比常规固态发酵提高数倍;
- ⑤生产成本可降低 50% 以上。
- ⑥从根本上解决了传统发酵常规得菌率低、产品质量不稳定的弊端。

示范与应用:

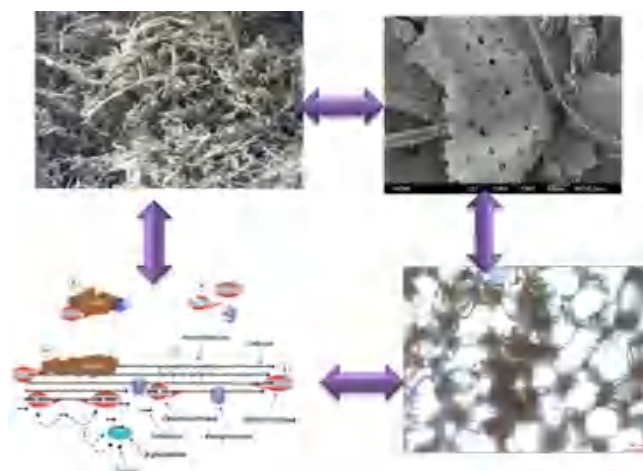
该技术已成功应用于生物肥料(淡紫拟青霉)的工业化生产。

287 气相双动态固态发酵纤维素酶

项目简介:

我国纤维酶制剂产品主要用于纺织,造纸,饲料行业,针对木质纤维素降解所需要的专用纤维素酶制剂的生产技术薄弱,严重依赖于进口产品。本项目首次采用周期性压力脉动和气体内部循环的气相双动态新方法,有效强化了固态发酵过程中固态床层的热量传递和氧传递,刺激微生物代谢,消除了固态床层的温度梯度,缩小培养基内部产物分布梯度,实现了固态发酵纯种大规模培养。

摘要图:



技术特点:

- ①与深层液态发酵相比,固态发酵节水、节能,产酶种类齐全;
- ②与传统固态发酵相比,无固体层翻动机械传动;在压力容器的气相双动态强化传热;反应器结构简单、无粘壁问题、无死角;容易密封、便于工业放大;
- ③大规模纯种发酵,污染率可降低到 0.1% 以下;
- ④发酵菌种成活率比常规固态发酵提高数倍;
- ⑤生产成本可降低 50% 以上。
- ⑥从根本上解决了传统发酵常规得菌率低、产品质量不稳定的弊端。

示范与应用:

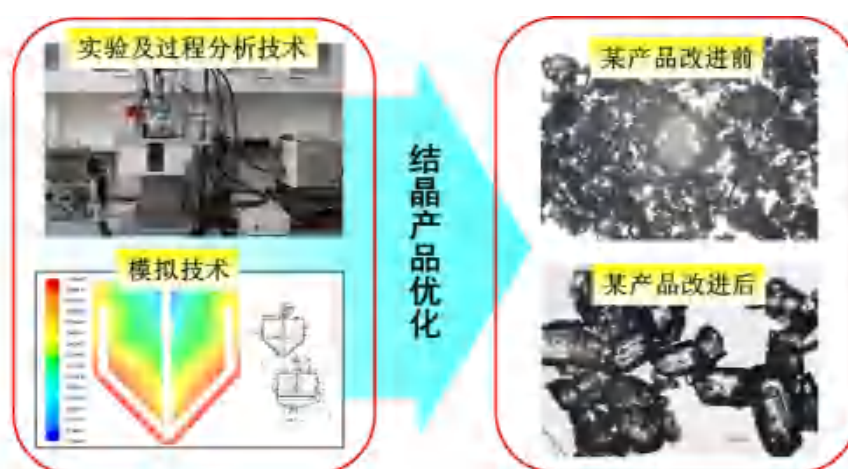
该技术已成功应用于纤维素酶的示范生产。

288 多晶型药物结晶过程工艺与设备设计

项目简介:

结晶是一种重要的分离和纯化手段。晶体产品的纯度、粒度、形貌、晶型等性质对产品质量以及后续处理有重要的影响。本项目组能够结合过程分析技术、实验调控和模拟计算相结合的方式对结晶过程进行优化。相关技术已用在氨基酸、农药、医药、化肥等领域，帮助企业解决晶体粒度、晶型、形貌、收率、纯度等方面的问题，提升产品质量，提高产品收率。

摘要图:



技术特点:

借助实验室现代化结晶分析与控制设备，如 FBRM、在线红外、带反馈控制结晶器，对药物等结晶过程进行精确控制，包括二次成核控制等，可得到理想结晶产品（晶型、形貌、粒径、纯度等）的工艺控制参数；基于在线分析设备（浓度、形貌、粒径分布信息），结合实验室开发的结晶过程模型，包括粒数衡算求解算法、多目标非线性优化，可获得结晶体系热力学与动力学信息；结合结晶模型、混合模型和计算流体力学，可对结晶过程工艺参数和结晶器（包括 DTB、Oslo 等结晶器，结晶方式可为降温、蒸发、溶析结晶等）进行优化与放大设计。

示范与应用:

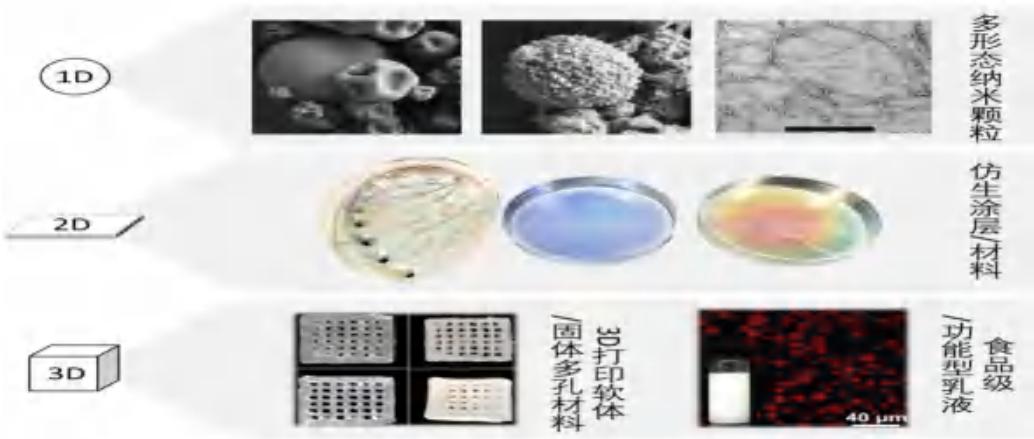
结晶工艺控制与设备设计已为电子化学品企业开发了电子级磷酸结晶工艺与结晶设备设计，为中石化等企业设计硫铵中和反应结晶、铈锆储氧材料反应结晶釜，为氨基酸企业优化设计减压蒸发结晶器。

289 功能型生物质纳米材料开发

项目简介：

生物质因其广泛的原料取材（植物、动物、微生物）、可再生特性、以及良好的生物相容性，在众多材料领域有着巨大的潜力，对应对当下和未来的原料短缺起着重要的作用。该项目致力于开发多种形态（球、胶囊、纤维型等）的纳米颗粒，用于设计制备环保、多功能的新型纳米材料以满足不同应用领域的需求，例如，仿生涂层或材料、可药物释放或力学支撑的软体及固体材料、食品级或医药级超稳定乳液等。

摘要图：



技术特点：

本项目针对多种生物质原料在不同领域的利用技术有着长期的研究基础和技术路线，对开发有特殊应用需求的新型纳米材料提供良好的研发平台和技术支撑。

示范与应用：

本项目的多种应用示范目前主要出于实验室研发阶段，研发所得产品可广泛适用于医药、包装、食品、化妆品、光学材料、建材等应用场景。

290 高端亚氧化钛材料产业技术开发

项目简介:

亚氧化钛(Ti_4O_7)具有类金属的高导电性、优秀的抗酸碱化学稳定性及独特的电化学性能,可广泛应用于铅酸蓄电池、锂电池、镍氢电池和碱锰电池、全钒液流电池、燃料电池、颜料、化妆品、军事与储油等领域,市场前景十分可观,符合我国新能源产业调整和振兴规划发展方向。但亚氧化钛合成难度较高,目前市面上的亚氧化钛材料仍存在纯度低、品控差、成本高、生产工艺复杂等问题,亟需进一步整合发展。

摘要图:



技术特点:

本技术采用固体高温烧结法进行制备,原料成本低,反应温度低、时间短,对设备要求低,可控程度高,是最适合于产业化的制备方法。所获产品具有产品纯度高、导电性好、粒径可控等优点,克服了高端产品合成技术较高的难题。

示范与应用:

该技术可应用于铅酸蓄电池中的板栅材料、活性物添加剂、双极板材料,锂电池、镍氢电池和碱锰电池中的导电添加剂,全钒液流电池中的电极和双极板材料,燃料电池中的电极材料,阴极保护电极,如储油罐、桥梁码头、房屋建筑的防腐,废水和工业污水处理,改性塑胶、塑料,如工程防静电塑胶、塑料,可防止 3C 表面材料沾染指纹等使用痕迹,以及化妆品、无机颜料等领域。

291 高镍三元前驱体材料设计与产业化制备研究

项目简介:

目前锂离子电池产业链进入井喷发展期,提升动力电池能量密度和降成本依然是电池工作的重中之重,智能化、网联化是电动汽车发展的归宿,电池能量密度不断提高都是必然要求。高镍少钴(或无钴)也是提升能量密度的必由之路和产业化趋势,2025 年预计三元前驱体销量达 200 万吨以上。高镍占比逐渐增加,2025 年可达 50%。前驱体材料企业为未来新能源市场的爆发做出积极的准备,市场需求增速可能远超预期。

摘要图:



技术特点:

本项目通过引入核壳结构浓度梯度掺杂型的设计,以高容量富镍组分为核、外层壳为低镍相,掺杂元素梯度分布,采用控制结晶法技术、均匀共沉淀技术、磁性和非磁性异物控制技术、高效节水洗涤等关键技术,开发出不同组成、不同用途的动力电池关键材料高镍三元前驱体产品,从而满足市场不同客户的需求。经科技查新报告,技术具有创新性,技术成熟度较高。

示范与应用:

本项目处于中试阶段,已完成年产 1000 吨中试示范线建设。

292 高比容量三元系正极材料设计 与产业化制备研究

项目简介：

动力电池是新能源汽车的灵魂和商业化关键，随着国家对动力电池能量密度提出达到 300Wh/kg，成本降至 1 元/Wh 以下的目标要求，因此基于新材料和结构的高比能动力电池技术已经成为各国竞争焦点，提升目前锂离子电池材料能量密度、安全性、寿命、低温特性，降低成本是产业发展的方向。具有低成本、高能量密度等优势的高镍（NCM811 和 NCA）三元材料已成为企业布局的重点，成为市场需求的主流。

摘要图：



技术特点：

高镍三元材料普遍存在残碱高、循环稳定性差和安全性等问题，因此需要对动力型高镍多元材料的烧结、掺杂、包覆等一系列制备过程进行研究：本项目具有以下技术优势①火法烧结技术：对烧结温度、烧结气氛、温度场与气氛、助剂等高温火法制备条件进行设计优化，最终制备出比容量和循环性能优化的产品。②体相掺杂技术：寻找合适的掺杂元素，稳定材料的晶体结构，改善其本征电导率，提高电性能和循环稳定性。③表面包覆技术：在颗粒表面包覆纳米级的氧化物，减少电池中电解液和正极材料的直接接触，改善其高温循环性能和存储性能，延长电池寿命。

示范与应用：

本项目处于中试阶段，已完成年产 1000 吨中试示范线建设。

293 高性能动力锂电磷酸铁锰锂正极材料产业化

项目简介:

新一代高性能磷酸铁锰锂正极材料充分结合磷酸铁锂和磷酸锰锂二者的优点，是升级版的磷酸铁锂。磷酸铁锰锂保留了磷酸盐的热稳定性，大幅提高了动力电池的安全性，在新能源商务用车、物流运输、公共交通等安全性要求高的动力电池领域和储能电池领域拥有更广阔的应用前景。针对市场需求，开发多系列高安全性、低成本、低温性能好的磷酸铁锰锂正极材料，已在企业进行中试并建设年产 3000 吨产线。

摘要图:



技术特点:

原料廉价，产品稳定，制备工艺对环境友好，减少设备投入和工艺环节，一次合成，提高效率，成本降 10% 以上。产品比容量高，寿命长，倍率性能、安全性好，元素无害。采用独特的碳包覆、离子掺杂、纳米化、球形化以及多级颗粒调控设计等技术，研制出的高性能低成本系列产品，可大幅降低制备和规模化应用的成本，非常适合动力电池和储能电池应用领域，具有广阔前景。

示范与应用:

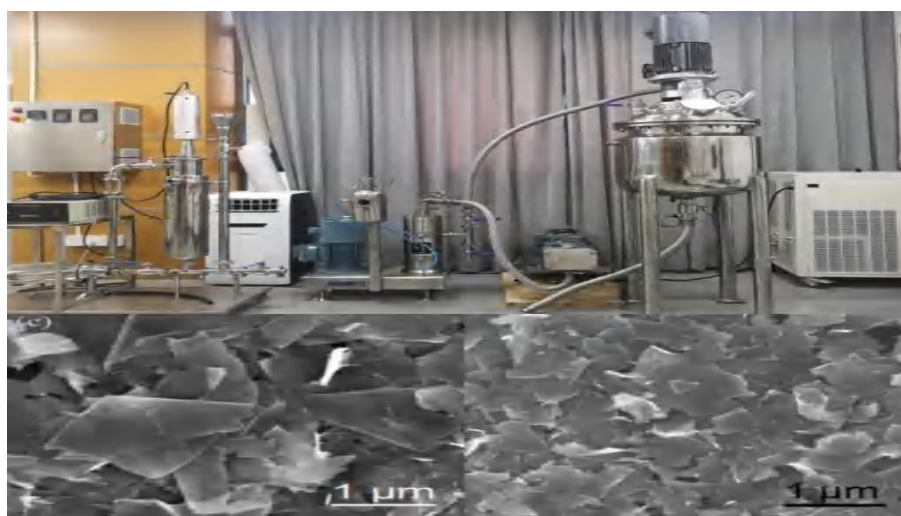
项目产品已在合作企业开展中试试验，并建设年产 3000 吨产线。在核心技术研发和产业化推广过程中，先后获中国产学研合作创新成果奖“优秀奖”、金桥奖“突出贡献项目奖”、Top100 新技术新产品创新力行动奖、河北省科学技术奖“二等奖”等。

294 高性能石墨烯导电剂产业化技术

项目简介:

目前我国锂电企业所用的导电剂绝大部分以来进口（自给率 31%），开发国产高性能导电剂替代进口产品是亟待解决的问题。石墨烯导电浆料作为锂离子电池的添加剂材料，可以同时解决能量密度低和电子导电率低的问题。传统石墨烯制备过程中废酸废液多，制备量少，石墨烯质量差（导电性，导热差）及成本高的问题，本项目采用新的工艺方法得到绿色环保、高性能的石墨烯导电剂材料。

摘要图:



技术特点:

本技术采用物理液相剥离法及独特的改性 TPR 助磨工艺，保持了石墨烯完整的形貌和性能，表面的含氧官能团含量低，结构完整。可制备尺寸可控，导电性良好，稳定分散的石墨烯浆料。其主要特点是：1、产品尺寸由几百纳米到几微米可控，增强分散的均一稳定性，降低金属杂质离子的引入； 2、开发 TPR 助磨液相剥离工艺，产能提高 30%、能耗成本减少 50%； 3、TPR 分子与大 π 键之间的作用对石墨烯表面进行功能化，增强分散效果 4、通过高标准绿色清洁生产工艺，无废酸，无毒性溶剂生产，适宜大规模生产，场地利用率高，具有规模优势。

示范与应用:

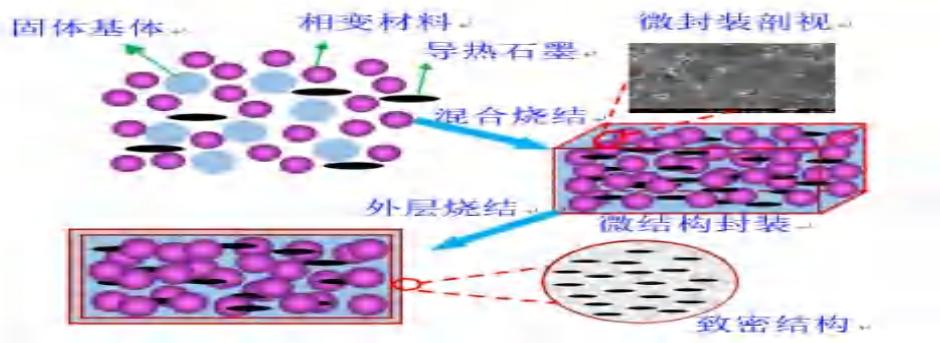
本项目处于中试生产阶段，已建成年产 100 吨石墨烯导电浆料中试生产线。产品广泛用于电池、发热材料、导热材料等诸多领域。2020 年国内石墨烯导电剂消费量约为 3 万 吨，而根据国内动力电池市场规模测算，到 2025 年需求量将增至 8 万吨。

295 储热与节能低碳系统应用

项目简介：

在热量存储利用方面， 形成“复合储热材料、模块储热单元、高效储热系统”的研究特色和成套关键技术。研究开发了宽温域定型复合相变储热材料体系，研发的复合储热材料在相变过程中能保持固体定型结构，从而有效简化储热系统的复杂性。储热技术适用于多场景热能存储和应用，包括烟气余热的回收与利用、可再生能源消纳、清洁供暖、绿色建筑、加热/干燥等热相关的节能改造、和多能互补分布式能源系统等节能低碳能源系统。

摘要图：



技术特点：

研究建立了定型相变储热材料微结构提质和固废资源再生替代方法，获得了宽温域高性能复合储热材料配方，且材料可放大生产。研究发展了储热单元内构件与梯级存储的储释热强化方法，建立了系统动态调控模型，研制了高效相变热量存储单元与系统。

示范与应用：

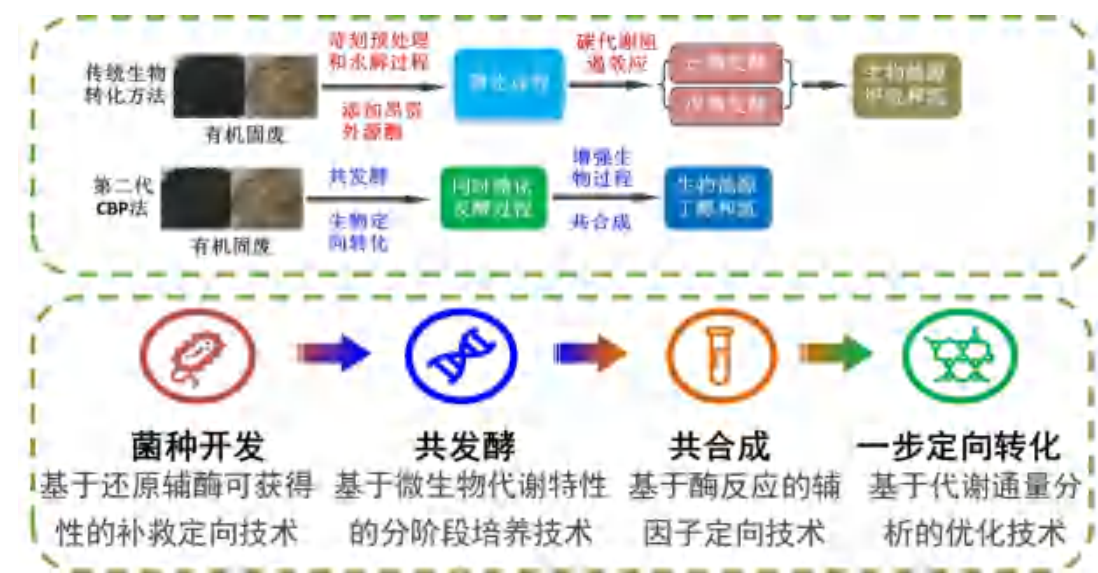
储热关键技术在示范和中试系统中获得验证，建成百千瓦级多能互补微能源系统、MWh 级模块化高温存储系统，合作建设了 7MW 规模富余风电制热储热清洁供暖示范工程。曾获国家电网集团科技进步三等奖和辽宁省科技进步一等奖。

296 氢和丁醇联产共合成生物定向能源转化技术

项目简介：

随着能源替代战略的实施，氢和丁醇用作能源替代石化燃料成为各国开发的重点领域。为解决生物能源实际产能受限问题，研发了第一代氢和丁醇联产共合成生物定向转化核心技术，突破低成本、绿色及适于规模化生产的高附加值生物能源关键集成技术，包括基于还原辅酶可获得性补救优化技术、微生物代谢特性的分阶段培养技术、酶反应的辅因子优化技术、代谢通量分析的优化技术、遗传改造菌种 CLIVA 优化技术。

摘要图：



技术特点：

该技术工艺先进，菌种活性高、副产物少、氢和丁醇联产产率高，可高效利用有机固体废弃物，保障环境生态链良性循环和能源供给多样化，氢和丁醇属于无碳或碳中和可再生能源，可为有机废物生物质绿色可持续的生物能源工业化转化提供技术支持。

示范与应用：

主要应用于厨余垃圾、活性污泥、农林废弃物、淀粉、木薯，食品废弃物与淀粉加工等行业的有机固废及渗滤液废水。已经在湖南怀化厨余垃圾转化制备丁醇/生态肥项目提供技术支持和设备参数。

297 天然石墨负极-硅碳（石墨硬碳）

负极材料制备

项目简介：

锂离子电池以优异的性能备受关注，其负极主要原料为石墨，其中人造石墨占据 70%，而天然石墨占据 25%，人造石墨以各向同性的优势被中国场所青睐，然而由于成本，能耗，污染等问题被锂离子电池行业所困扰。我国是天然鳞片石墨大国，其中黑龙江萝北、鸡西和内蒙古兴和的天然鳞片石墨储量巨大，鳞片尺寸为 150-90 微米的中鳞片，石墨化度高，更适合锂离子电池负极材料的制备，然而天然鳞片石墨的各向异性与网格缺陷一直影响着天然石墨负极的稳定性，项目通过表面改性，包覆，低温催化碳化等手段，实现了天然鳞片石墨的各向同性化过程，大幅度提高了天然鳞片石墨负极的稳定性、倍率性及容量。

摘要图：



技术特点：

本技术采用高纯天然石墨作为原料，通过改性，包覆，碳化，分散等几个单元过程，实现了天然球形石墨的各向同性化，容量可达 400mAh/g，倍率 5C/1C 大于 85%，循环 1500 圈，库伦效率大于 85%，综合成本 2.5~3 万元（原料 17000+改性 2000+包覆 2000+碳化 5000+分散 2000）。更重要的是可根据市场定制石墨基硅碳负极，石墨-硬碳复合负极产品，大倍率性能产品。也可以利用冶金、化工领域废石墨制备负极材料。

示范与应用：

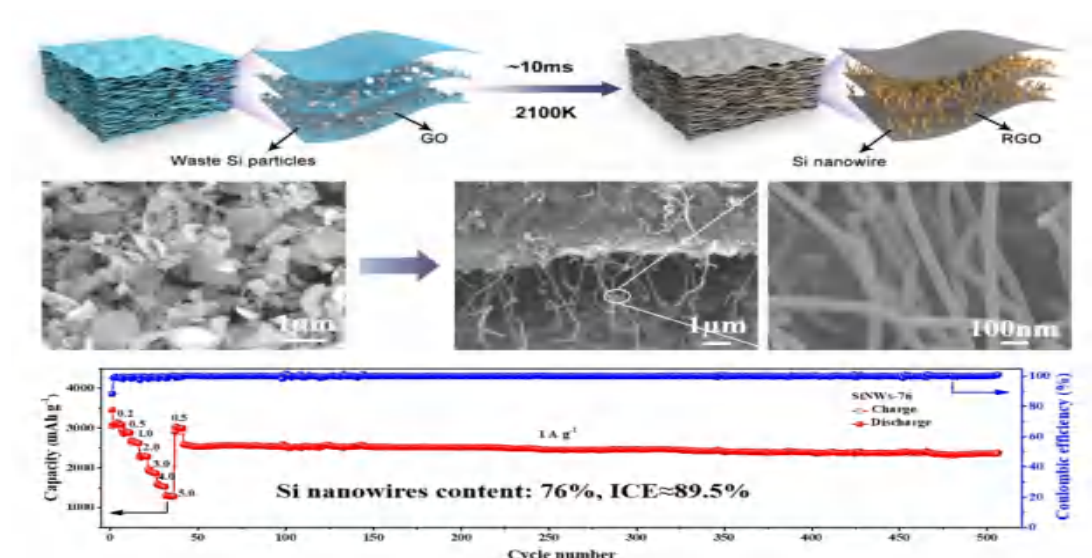
本项目处于批量生产阶段，暂时未建示范工程。它广泛用于新能源汽车，3C、储能等诸多领域。国内负极生产和消费量约为 60-100 万吨。2021 年上半年产量已经超过 65 万吨。

298 高性能硅纳米线碳负极制备技术

项目简介:

锂离子电池因优异的性能备受关注,硅基负极具有超高容量是新一代负极材料的发展方向。团队提出了一种高效、清洁和高值化的回收方法,将硅废料直接转变为一维硅纳米线用于锂离子电池负极。通过闪速加热和淬冷提供大梯度热场($\sim 10^5$ K/s)驱动受限空间内硅原子的定向扩散,同时硅纳米线被原位自组装进入碳基导电基底,形成 SiNWs@C 自支撑电极材料。创新性地开发了一种超快速(毫秒内)、无催化剂、一步法高硅含量纳米线电极的高效制备技术。电极首效高达 89.5%,循环超 500 次容量仍大于 2300 mAh g^{-1} 。

摘要图:



技术特点:

本技术采用切割线废硅粉(或其他硅源)作为原料,通过电热冲击超快速、一步实现自支撑硅纳米线/碳负极材料制备,电极首效高达 89.5%,循环超 500 次容量仍大于 2300 mAh g^{-1} 。该技术流程短、产品可控,且可自动化生产。将在锂电硅基负极材料制备领域开创新的低成本、高性能技术革新。

示范与应用:

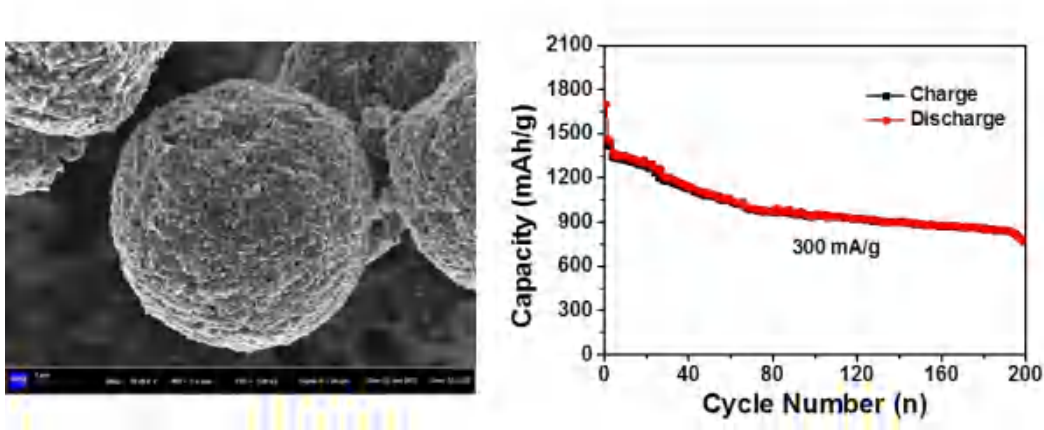
本项目处于实验室放大阶段,暂时未建示范工程。产品广泛用于新能源汽车,3C、储能等诸多领域。国内负极生产和消费量约为 60-100 万吨。2021 年上半年产量已经超过 65 万吨,硅基负极材料占比逐年提升。

299 光伏硅泥制备硅碳负极新技术

项目简介：

我国光伏行业每年产生数十万吨硅泥尾料，造成严重的资源浪费和环境污染。本项目采用太阳能级硅片在线切割时产生的硅泥为原料，制备高容量硅碳负极材料。该技术具有原料成本低、工艺简单易放大的优点。

摘要图：



技术特点：

团队通过硅泥提纯、纳米化及表面修饰工艺设计与优化，得到纯度高、粒度均匀的高电化学活性修饰纳米硅，比容量>1500 mAh/g，平均首效超过 83%，电化学循环稳定。在此基础上制备的硅碳材料，表现出良好的倍率和循环性能，该技术可实现硅泥的高值化绿色回用，具有较高的经济性和良好的市场前景。

示范与应用：

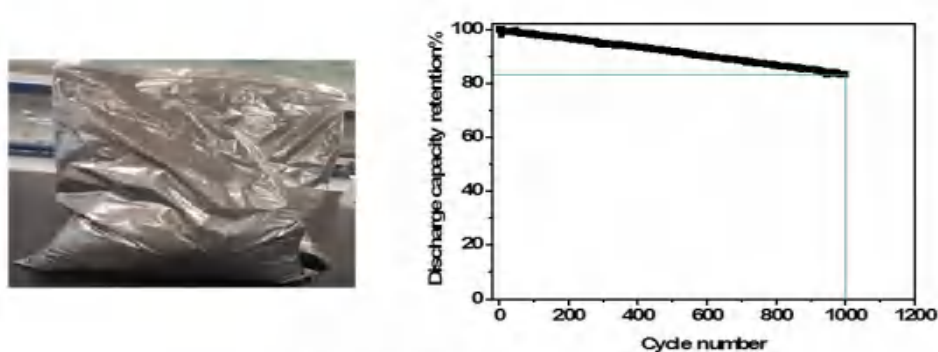
本项目处于小试放大阶段，暂时未建示范工程。基于该负极技术的锂离子电池可广泛应用于 3C、新能源汽车、无人机、机器人等领域。

300 锂离子电池硅氧碳负极材料制备工艺

项目简介:

随着移动电子产品、电动汽车和大规模储能的快速发展,开发高能量密度、长循环寿命的锂离子成为储能领域的研究热点和焦点,发展高容量、高稳定性的电极材料是实现这一目标的重要途径。硅氧碳负极材料具有容量高、电压平台高的优势,成为最具潜力的下一代负极材料。本项目针对硅氧碳负极容量衰减严重和首次库伦效率低两大突出问题,基于喷雾干燥技术和原位包覆改性技术,开发出具备高首效、长循环的锂离子电池硅氧基负极材料。

摘要图:



公斤级样品及全电池循环性能图

技术特点:

本技术所制备材料可逆容量达到 1800mAh/g, 首次库伦效率>79%; 在此基础上制备出硅碳 450 样品, 0.3C/0.3C 循环 400 周, 容量保持率在 90%以上, 软包全电池测试(5Ah)循环 1000 周, 容量保持率>80%。材料制备工艺路线简单, 对设备要求低, 易量产。

示范与应用:

该技术广泛用于储能领域, 例如新能源汽车产业、便携式消费电子、规模储能、航空航天器和船舶舰艇等产业。

301 高性能无人机锂电池

项目简介:

随着技术的进步,以无人机为代表的智能装备在军用侦查、精准打击及民用植保、测绘等领域得到了广泛的应用。根据动力系统的不同,工业无人机可分为电动无人机和油动无人机。由于电动无人机操作灵活、价格低,其市场占有率逐步提升。针对多旋翼、复合翼无人机使用过程中锂电池存在的输出功率低、续航时间短的问题,通过在电池设计、工艺制备、电解液开发等方面技术攻关,项目组成成功开发出高性能功率型无人机电池及能量型无人机电池。

摘要图:



功率型智能电池组

能量型无人机电池试飞

技术特点:

项目团队开发了一种长寿命功率型软包锂离子电池。电池性能如下:1) 满足 15C 持续放电,25C 脉冲放电,功率密度大于 5000W/Kg;2) 大倍率放电($\geq 5C$)循环寿命达 2000 周,电池组(6 串)5C 放电循环寿命可达 1000 周。在上述基础之上,项目团队成功研发放电倍率大于 20C、温度使用范围 $-20^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 的军用高功率无人机电池。

示范与应用:

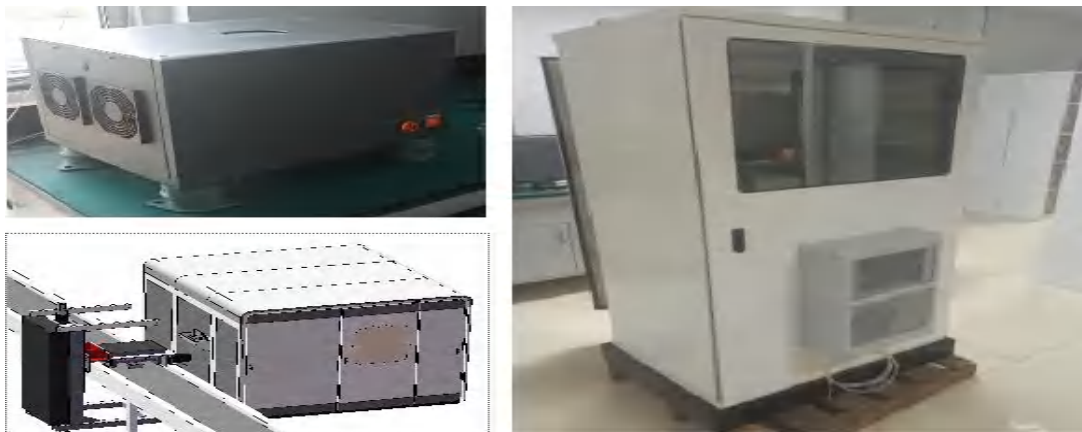
本系列无人机电池成功进行中试放大试制,电池样品上机测试成功,其中功率型无人机已成功应用到植保领域,产品性能先进;功率型军用无人机电池已在某机型军用无人机试飞;续航型无人机电池也实现在无人机上的成功试飞。该技术电池可应用在航天军事、智能机器人等应用领域,功率型电池可以应用于电动船舶、电动工具等领域,能量型无人机电池可拓展应用于其它兼顾能量密度和功率密度的领域。

302 固废高精度在线快速检测分析仪

项目简介:

我国矿产开发、有色及钢铁等行业的多金属渣尘泥年产生量近 10 亿吨，长期堆存和粗放利用造成水-土-气复合污染严重。多金属渣尘泥成分复杂、形态多变、颗粒大小不均、表面结构复杂且差异大，基体效应对现有元素检测分析仪器的精度影响明显，样品预处理繁琐、谱线分析欠缺及功能模块集成不足，无法满足国家“十四五”推动实现资源高效转化和污染防治的战略目标，固废检测仪器快速化、精准化、自动化与结构小型化集成研制的需求迫切。

摘要图:



固废高精度快速检测仪及原位在线集成装备

技术特点:

1、覆盖 ≥ 20 种固废检测种类，包括尾矿渣、赤泥、冶炼渣、炉渣、脱硫石膏、中和渣、高砷烟尘等；2、精准检测元素组分 ≥ 10 项，包括 Cu、Pb、Zn、Cd、As 等；3、痕量元素检出 $\leq 5\text{ppm}$ ，痕量元素检测精度 $\geq 85\%$ ；4、可实现原位在线监测，检测频率 30-50 分钟，误差检测 $< 10\%$ 。

示范与应用:

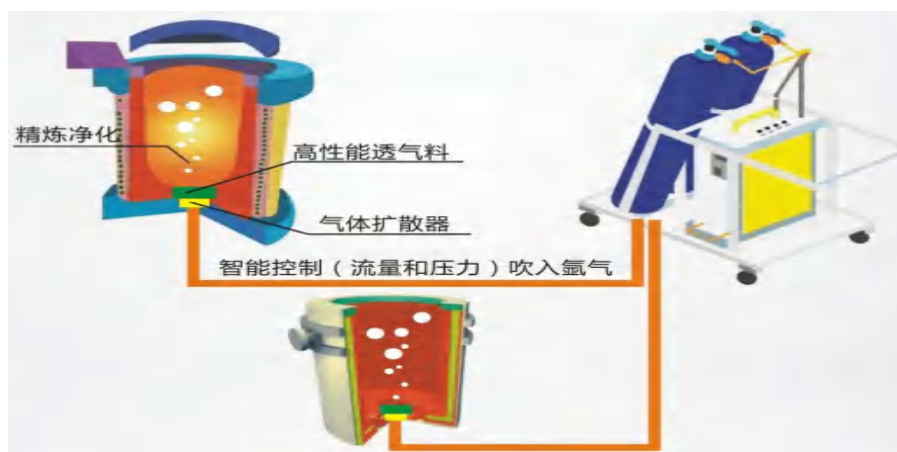
本项目处于示范工程建设及推广应用阶段。该仪器的研制获得“固废资源化”国家重点研发计划经费支持，应用于有色冶炼过程渣泥组分监测、东莞海心沙电镀污泥熔炼提铜等工业现场，并形成示范工程成果；受地方政府和大中型企业委托，开展示范应用合作，循环化改造固废污染源在线监测、粉煤灰提铝资源毒害组分预警等项目成果显著。

303 中频炉炉底吹气精炼技术及装备

项目简介：

有色金属资源循环是促进循环产业发展和工业污染防治的必然选择和重要措施。目前有色金属循环产业规模小、投资少、缺少独立开发专有技术和装备能力，更多借鉴或照搬传统有色金属生产中相对落后技术及装备，造成利用率低、能耗高、环境污染重和再生产品低端等问题。中频炉炉底吹气精炼技术及装备是专为有色金属资源循环利用而开发，可满足废杂铜、废旧铝和废硅料等多种金属二次资源循环再生需求，对改造传统有色金属产业和发展有色金属资源循环战略性新兴产业有重要意义。

摘要图：



技术特点：

1、预埋式，不与熔体直接接触，安全性非常高；2、所产生的气泡微小，吸附能力强。3、气体扩散器可重复使用，减少更换频次，提高生产效率。

示范与应用：

该技术及装备通过底吹吹入氧化性气体，可以实现废杂铜中多种杂质元素同步氧化去除，制备 5N 高纯铜；该技术及装备可以与熔渣精炼耦合联用，通过底吹吹入惰性气体强化废硅粉快速熔炼、夹杂物分离及杂质元素快速氧化去除，制备 2-4N 的再生硅；该技术及装备可以与真空精炼耦合联用，通过底吹吹入惰性气体实现铜熔体和铝熔体中 O、S 和 H 等气体杂质脱除，制备 5N 无氧铜和 4N 高纯铝。

304 多相流测量技术

项目简介:

该项目紧紧围绕非均相反应器的测量技术及工业反应器科学定量设计与放大难题展开系列研究,经过持续不断的试制-验证-应用的研究,攻克了气、固两个分散相信号独立识别的难题,首次成功实现了气液固三相反应器相含率和流动同步准确测量,并与企业合作将研制仪器应用于气液固浆态床反应器的设计与工业改造;开发了高浓度的气液、液固、液液两相反应器的颗粒群(包括液滴群和气泡群)动力学的测量技术及系列商品化仪器,与企业合作用于工业两相搅拌槽反应器的优化设计;开发了非均相反应器宏观与微观混合的测量新技术,实现高浓度工业搅拌反应器的强化。

摘要图:

多相流特征参数测量仪:

- PC6M型多通道颗粒浓度测量仪
- PV6M型多通道颗粒速度测量仪
- TVP远心照相多相流特征参数测量仪
- BVW2型多通道电导探针气泡特征参数测量仪
- TCM3型多通道示踪剂停留时间及浓度分布测量仪
- PDM2型多通道磷光(荧光)失踪颗粒检测仪
-



技术特点:

1、产品尺寸小,对流动体系干扰较小;2、可在线实时对多个测量点进行同时测量;3、采用侵入式测量,探头在反应器内部 in-line 方式原位测量,突破了传统方法受反应器不透明壁面的限制;4、短距离光学方法突破了传统光学方法由于光路上颗粒阻挡光线传播造成的颗粒浓度测量上限,能够更好地适应工业多相反应器的测量要求。

示范与应用:

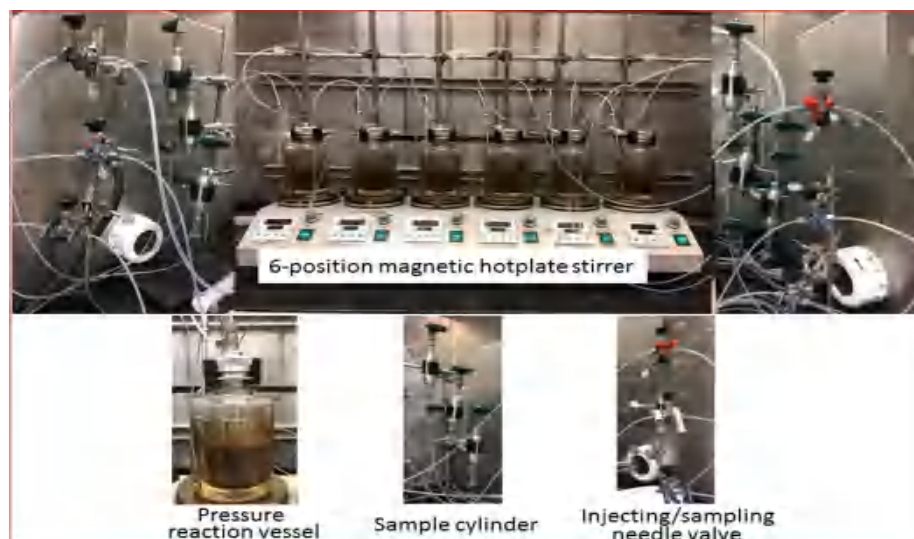
本项目研制了 PC6M 型多通道颗粒浓度测量仪、PV6M 型多通道颗粒速度测量仪、BVW2 型多通道电导探针气泡特征参数测量仪、TVP 远心照相多相流特征参数测量仪、TCM3 型多通道示踪剂停留时间及浓度分布测量仪、PDM2 型多通道磷光(荧光)示踪颗粒检测仪等多种型号的多相流测量仪器,目前处于批量生产阶段。

305 高温高压破乳反应装置

项目简介:

油砂作为一种非常规石油矿藏,其开采利用已引起人们的高度关注。油砂粘度密度大,流动性差,开采出的油砂乳液以油包水、水包油、水包油包水等多种形式存在,且掺杂细固颗粒,结构复杂性质稳定。温度和压力对油水乳液、破乳试剂的性质及破乳效果影响巨大。实验室规模的预测评价体系作为油水破乳生产的先行者,精准模拟高温高压的生产条件非常重要。目前实验室破乳均在中高温($<100\text{ }^{\circ}\text{C}$)常压下进行,结果严重失真,对工业指导意义不大。

摘要图:



技术特点:

此技术可精准模拟 SAGD 生产条件的实验室破乳评价体系,在 100 psi 和 200 $^{\circ}\text{C}$ 条件下进行,破乳效果直接对接工业生产。利用研发的高温高压破乳装置,精确模拟油砂生产线条件评价破乳剂性能,并从微观层面揭示破乳剂结构和其性能的构效关系及破乳机理。

示范与应用:

产品目前尚在实验室规模小试阶段,但可为石油开采、乳液破乳等相关行业提供系统检测服务。已利用本装置指导合作公司研发新一代破乳剂,并从 300 个破乳剂产品中成功筛选 86 个直接应用于生产线,为合作公司创收约 2.5 亿人民币。

306 智能多相流耦合强化水体净化新技术及装备

项目简介:

在化工、冶金、制药、煤炭等行业中,工艺水是必不可少的,用作溶剂或者反应介质。在完成工业生产的过程中,伴随产生污染的水体。这些水体多含有氨氮和有机物,将会导致水体缺氧,影响水质生态环境。目前的处理工艺主要采用生化的方式,但是生化出水仍含有 100-200ppm 的 COD,而且含有较高的色度,难以达标排放或循环利用。针对这一难题,研制出智能多相流耦合强化水体净化新技术及装备,采用清洁的电能,将水中的污染物矿化为水、二氧化碳和氮气,不添加任何化学试剂,不产生沉淀等二次污染。

摘要图:



技术特点:

该装备最大的特点是强化电流、水流、气流之间的相互作用,从而提升设备处理效率。集合先进的云数据和远程监控技术,建立水体净化工艺参数大数据,并提升设备的安全运行级别。

示范与应用:

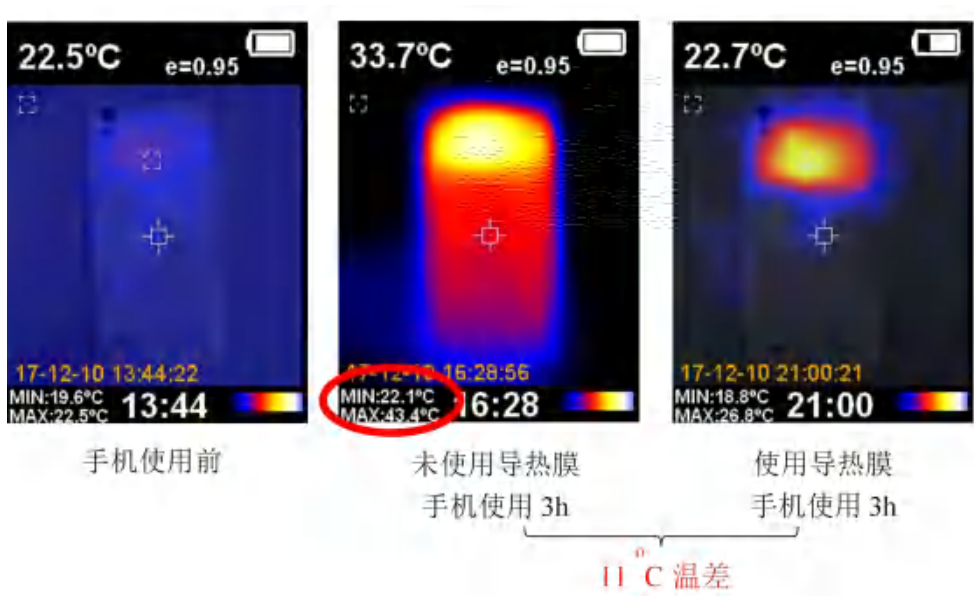
以 FBE-SR-2020 型号为例,单台设备日处理量为 500m³ 水,每吨水的电耗为 1-2kWh,已在某大型化工企业应用。经过该装备处理,水体实现循环利用,每年为企业节省水处理费用 180 万元。每年节约新水 10 万吨。

307 高效碳基导热膜

项目简介:

通过在聚合物中加入不同碳材料（碳纳米管、石墨烯、石墨等）以提高聚合物的导热性能，结果表明加入碳材料后聚合物导热系数显著提高。将碳基导热膜置于手机电池背部，手机连续高强度使用 3 小时后，手机背部温度并无升高。与未使用导热膜手机相比，二者温差可达 11℃。且使用石墨烯/环氧树脂复合导热膜后，手机背部温度分布更为均匀，可避免局部过热所造成的内部电子元器件寿命缩短或损坏，从而提高电子设备的稳定性和安全性能。

摘要图:



技术特点:

通过对导热填料改性，提高填料在基底材料中的分散度，并降低填料与基底材料间的界面热阻；在基底材料中构建连通的三维导热网络，从而显著提高基底材料的导热性能。

示范与应用:

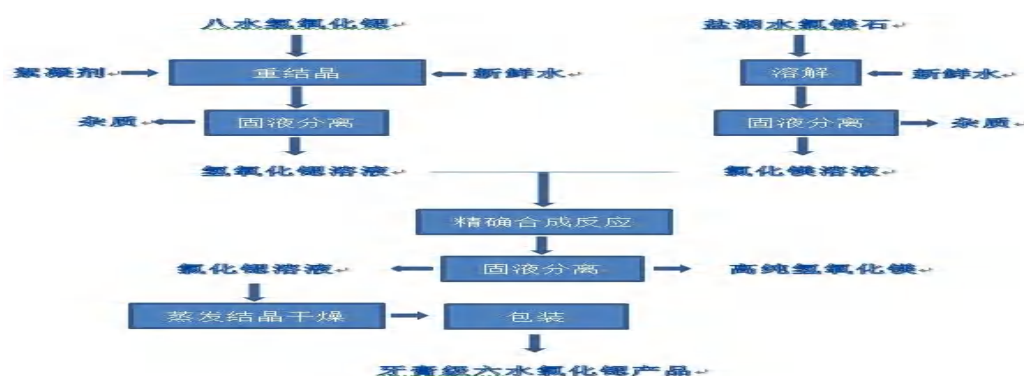
本项目已完成实验室样品制备和性能测试，目前正在寻找合作企业进行中试和产业化。

308 应用于牙齿脱敏产品的牙膏级氯化锶制备工艺

项目简介:

“氯化锶”凭借着优异的抗过敏性能，越来越多的被添加于抗敏牙膏、漱口水、牙齿脱敏素等产品。牙膏级氯化锶产品质量和生产工艺要求相对较高，但目前国内还没有专门从事牙膏级氯化锶产品生产的厂家，牙膏级氯化锶生产及产品市场较为混乱，产品质量得不到保证。本团队经多种工艺技术研究对比，最终采用氯化镁-氢氧化锶法制备出高纯氯化锶，本项目将填补国内牙膏级氯化锶产品研发和生产空白，产品品质可靠，市场前景可观。

摘要图:



技术特点:

本技术采用氯化镁-氢氧化锶法制备高纯氯化锶，该方法与其它工艺相比具有以下优点：1、所得氯化锶主含量更高，可达到 99.9 %以上，杂质含量极低，对人体更安全性；2、 $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 中 As^{3+} 等杂质离子含量远小于其它工艺所用的盐酸（AR、GR）中杂质含量，更符合牙膏用标准；3、氯化镁法不但可避免酸对反应器的腐蚀，降低反应设备的要求，降低成本，生成的副产物还可以吸附部分杂质离子，提高牙膏用氯化锶的纯度；4、采用盐酸法等工艺制备氯化锶的成本较氯化镁法高出数倍。

示范与应用:

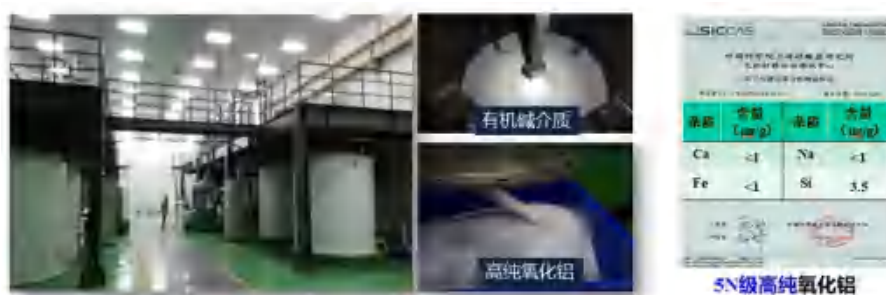
本项目暂时未建示范工程，对于投资者来说具有领先抢占市场的机会。本工艺技术和装备水平较高，采取了有效的环境保护措施，各种废弃物均能达标排放，生产运行过程不会对周边环境造成显著影响。

309 反应结晶耦合制备 5N 高纯氧化铝技术

项目简介:

高纯 5N 氧化铝粉是生长蓝宝石晶体的原料，蓝宝石晶体则广泛应用于 LED 衬底、光学镜头、电子，军工等产品。目前，国外生产高纯氧化铝主流产品的代表有日本住友、美国 Sasol、日本轻金属等公司。国内厂家分布在河北、大连、江浙、广东、山东等地，产品主要用于国内外低端市场，尽管近两年质量有所提高，但仍存很大差距。国内外生产高纯氧化铝的主流技术多重结晶法，醇盐水解法，直接水解法。中科院过程工程研究所在多年化学品氧化铝的研发基础上，开发了反应结晶耦合制备 5N 高纯氧化铝技术，产品具有纯度高（5N），Fe、Si、Na 等杂质含量均小于 3ppmw，并且粒度分布集中可控，产品质量稳定。关键技术包括：原料预处理技术、反应结晶定向诱导控制技术、晶体生长控制技术、介质循环技术、过程污染控制与装备集成技术。

摘要图:



技术特点:

国内厂家在高纯氧化铝行业涉足时间短，技术装备差、管理和质量意识落后等原因，使得国内产品良莠不齐，产品质量稳定性和一致性差。本技术流程短、环境友好，高效节能；工艺可控性强，产品质量一致性和稳定性好；采用节能技术、产品成本低，市场竞争力强。

示范与应用:

项目已完成中试生产和优化过程，经国家权威部门检测，产品质量已达到国际先进水平，完成中试线连续生产，产品通过客户试用完全验证了生产工艺和产品质量，已建设千吨级生产线 1 条。申请国家发明专利 2 项。现阶段生产技术成熟稳定，与国际同类产品相比，产品质量和成本都具有明显的优势。

310 磁场强化铜电解新工艺

项目简介:

电解精炼是铜冶炼行业不可或缺的生产工序,已成为生产制造阴极铜的基本步骤,随着科学技术的日益进步,市场对阴极铜质量的要求也逐步提高,但由于矿产资源的不断开采,矿石原料的多样化程度加剧,导致现有工艺参数已越来越难满足企业正常生产的要求,实际生产过程中一般都会采取针对性的措施保证阴极铜质量达标,结果导致了生产工艺繁琐、流程长,且现有工艺存在仅解决单一问题的技术局限。

摘要图:



技术特点:

1) 磁场可强化 Cu^{2+} 的扩散性能,提高电解槽中 Cu^{2+} 分布的均匀程度,加快阳极溶解速度; 2) 磁场可促进铜电解液的自净化,降低电解液中砷锑铋杂质离子浓度,提高电解液的清晰度; 3) 磁场的协同作用可解决电解槽中离子由于本身重力作用而聚集电解槽下部引发阳极泥沉降困难的问题,提高了阳极泥的沉降性能。

示范与应用:

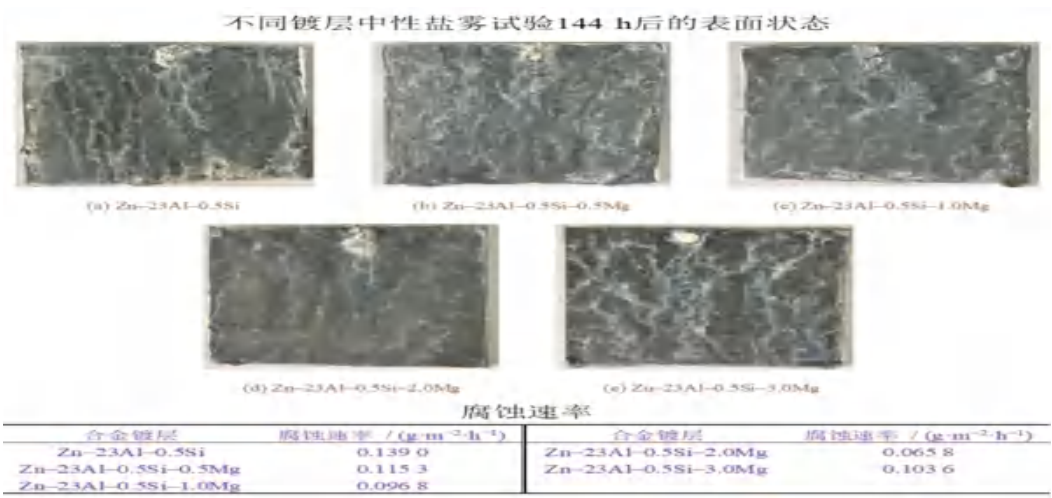
本项目已完成工业化扩大阶段,阴极铜广泛应用于电气、轻工、机械制造、建筑、国防等众多领域。据世界金属统计局数据显示,2019 年全球精炼铜产量 2372 万吨,消费量为 2382 万吨,全球铜供应开始出现短缺。2020 年中国阴极铜市场规模达到 5000 亿元,中央印发的《阴极铜行业发展十四五规划纲要》明确要求到 2021 年阴极铜行业将增加 86%,可见磁场强化铜电解新工艺极具推广价值。

311高耐蚀铝锌镀层

项目简介：

钢材是重要的工业原料，广泛应用于机械、交通、建筑、化工等领域。由于钢材易于腐蚀，由此造成巨大的经济损失。钢材经过热浸镀处理可在表面形成致密镀层，从而显著提高其耐蚀性和韧性，并延长使用寿命。本项目以铝、锌为主要镀层组分，通过在镀液中添加其他金属元素，使得同等条件下镀层耐蚀性为铝锌镀层的 2-5 倍。

摘要图：



技术特点：

通过添加其他金属元素，在不增加产品成本的前提下，实现镀层耐腐蚀性能的提高。

示范与应用：

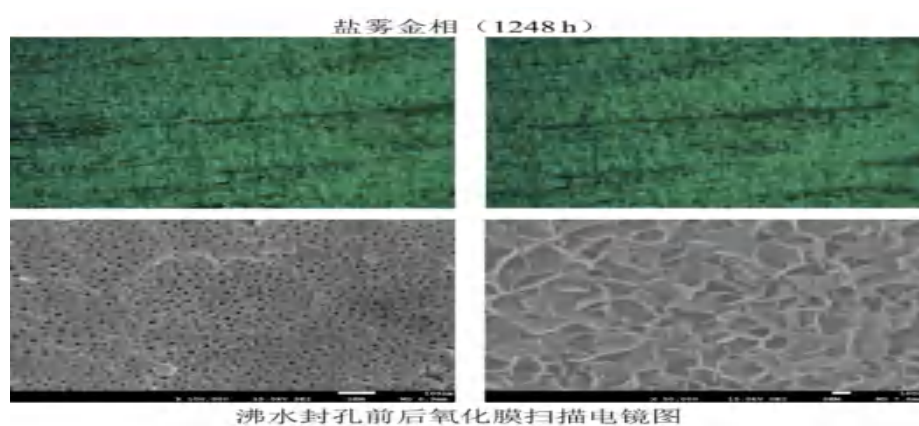
本项目已成熟，可产业化。

312 铝合金硬质阳极氧化

项目简介:

铝合金硬质阳极氧化可在铝合金表面形成硬质氧化膜，膜层具有硬度高、耐磨性好、耐高温、优良电绝缘性和抗蚀性等优点。采用低温硫酸法对 3003 铝合金进行硬质阳极氧化，得到 3003 铝合金低温硬质阳极氧化的最佳工艺参数。在最佳工艺参数条件下，得到的氧化膜表面平整均一、致密，无明显坑蚀、色差现象。氧化膜的最大硬度可达 400 HV 以上，同时氧化膜具有良好的耐腐蚀性（中性盐雾试验耐腐蚀时间>1200 h）。

摘要图:



技术特点:

通过优化电解液及阳极氧化参数，在接近常温条件下实现铝合金的硬质阳极氧化，提高阳极氧化的致密性和耐腐蚀性。

示范与应用:

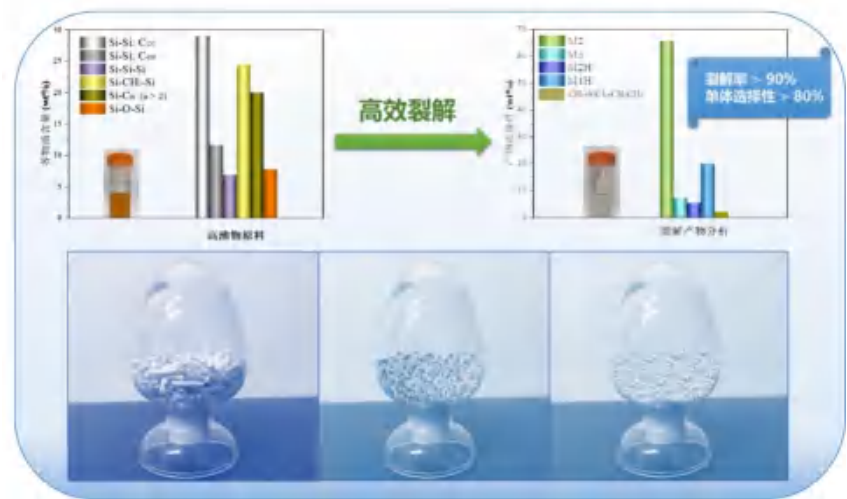
本项目已完成实验室小试，需与企业合作进行中试和放大生产。

313 有机硅高沸物裂解制备甲基氯硅烷单体技术

项目简介：

甲基氯硅烷是衡量一个国家有机硅工业发展历程的最主要指标；然而，在其生产过程中，产生大量有机硅高沸物，严重制约行业的可持续发展。本技术基于自主研发裂解催化剂和专用反应器，通过催化裂解反应，所取得技术效果：高沸物裂解率 > 90%，甲基氯硅烷单体选择性 > 80%。本技术不仅可替代现有剧毒催化剂，而且可实现了高沸物的高效裂解；此外，本技术所取得产品具有更好的品质和更高的价值，有效支撑有机硅工业绿色发展。

摘要图：



技术特点：

裂解催化剂具有绿色环保、高效裂解、单体选择性高等优势。整套技术装备投资少、占地小、收益高、易产业化，并填补国内“填补国内关于“重高沸难裂解”的空白领域，具有广阔前景。

示范与应用：

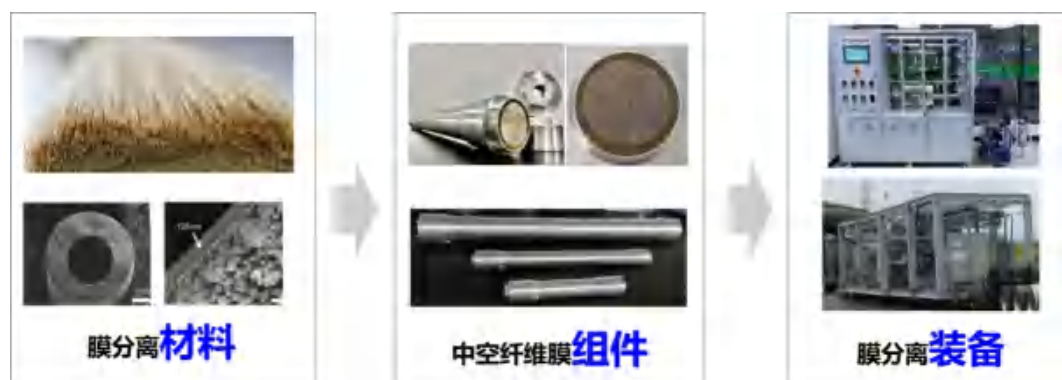
该技术包括专用催化剂和反应器设备，应用于有机硅行业高沸物资源化，高效实现高沸物裂解制备甲基氯硅烷单体，有效解决行业“卡脖子”问题，替换现有剧毒催化剂，填补国内关于“重高沸难裂解”的空白领域。

314 天然气提氦气体分离膜技术

项目简介:

氦气是重要的战略稀有气体资源，在半导体、电子信息、医疗、超导和航空航天等领域都发挥着不可替代的作用。我国氦气藏品味低，其低成本分离提取非常困难。针对天然气提氦成本高、经济效益低等难题，开发了从高性能氦气分离膜材料的开发、氦气分离膜组件研制到膜分离系统集成具有自主知识产权的全链条氦气分离绿色技术。基于膜分离的氦气提取技术具有能效高、成本低、投资少、占地面积小和绿色无污染等诸多优点。

摘要图:



技术特点:

针对我国氦气品味低，开发了高选择性的离子化聚酰亚胺氦气分离膜材料，其中 He 渗透系数为 30 Barrer，He/N₂ 和 He/CH₄ 选择性分别为 108 和 256；开发了基于氦气分离的中空纤维分离膜组件，并实现了膜组件的规模化制备技术，其中膜组件具有优异的耐高低温性能，膜组件最大面积为 20 m²/根，膜组件完成了超过 3000 小时的稳定性评价，建成了稳定运行的 50 Nm³/h 天然气提氦小试装置。已申请发明专利 10 余项。

示范与应用:

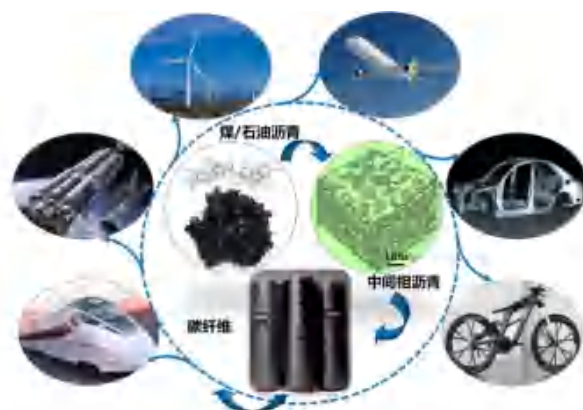
本项目处于膜组件的放大生产阶段和膜分离工程中试阶段，暂时未建示范工程。氦气是卡脖子气体，我国 95% 的氦气依赖进口，它在诸多领域都发挥着不可替代的作用，需求量逐年增加。膜法天然气提氦可显著降低低温精馏等方法的能耗和氦气分离的成本，具有显著的经济效益。

315 可纺中间相沥青制备关键技术

项目简介:

可纺中间相沥青是以煤、石油沥青等重质芳烃为原料，热聚合形成由盘状或棒状稠环芳烃组成的有序结构液晶类物质。可纺中间相沥青作为优质前驱体，经熔融纺丝、预氧化、碳化、石墨化等一系列处理可制得高性能沥青基碳纤维。中间相沥青基碳纤维具有高模量、高强度、耐高温、导电、导热等优异性能，是航空航天、国防尖端等技术领域不可缺少的工程材料，是新能源汽车、医疗器械、体育用品等方面广泛应用的关键材料，是国家军民两用的高技术特种纤维。

摘要图:



技术特点:

建立协同氢化法调控有序结构可纺中间相沥青的新技术，协同作用增强了煤/石油沥青氢化改性过程的可控性，有利于调控煤/石油沥青形成和转化为有序结构高品质可纺中间相沥青。同时，该工艺有效抑制了传统氢化过程的生焦问题，尤其是反应器器壁生焦的问题。相比传统方法，简化了精制工艺流程并缩短了生产周期，大幅弱化了工艺条件苛刻度，有效降低了加工成本和能耗。

示范与应用:

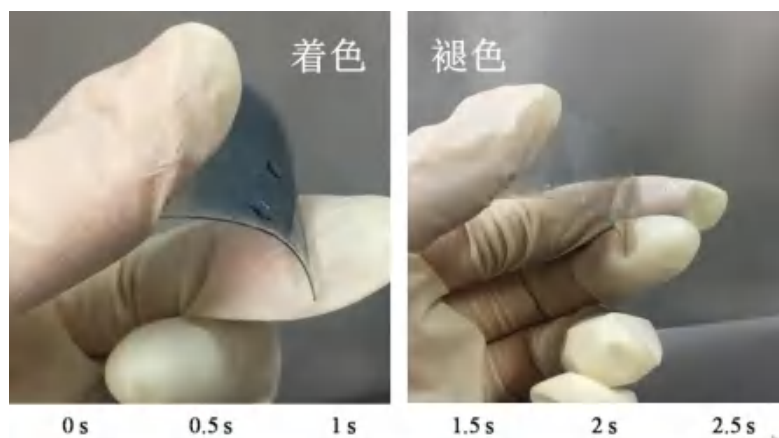
本项目处于公斤级小试阶段，暂时未建示范工程。

316 柔性电致变色薄膜与器件

项目简介:

电致变色材料在外加电场下产生稳定、可逆颜色变化。当正向电流通过时材料着色，且切断电流后颜色保持不变，施加反向电流时材料褪色。柔性电致变色器件具有体积小、重量轻、可弯曲等优点，在众多领域具有广泛应用前景。本项目在柔性基底上沉积普鲁士蓝（PB）和氧化钨制得电致变色薄膜，组装所得电致变色器件可在较低电压下实现着色和褪色，且具有较快响应时间（ $<2\text{s}$ ）和优异循环稳定性。

摘要图:



技术特点:

以柔性材料为基底材料制备得到柔性智能电致变色材料，利于电致变色材料在不同领域进行应用；利用液相化学法控制合成电致变色纳米材料，实现材料的形貌、粒度可控制备；低成本制备柔性智能电致变色器件，且电致变色薄膜易于大面积生产。

示范与应用:

本项目已完成实验室样品（ 100 cm^2 ）制备和性能测试，目前正在寻找合作企业进行中试和产业化。

317 泡沫成型在可持续生产纸张、 非织布等材料中的应用

项目简介：

湿法成型在传统造纸、非织造布行业中有着广泛且成熟的应用，但其高水耗和高能耗的技术特点同样成为制约行业发展的瓶颈。泡沫成型在不需要大范围改动原有生产线的基础上，可实现水耗和能耗的大幅下降，其成型产品力学特性和湿法成型纸张、非织造布的力学特性相当。因此，泡沫成型可在保证产品质量的同时，实现生产成本的大幅降低。此外，泡沫成型在设计低密度、三维材料方面有着明显的优势。

摘要图：



技术特点：

低水耗、低能耗，适用纤维种类多。

示范与应用：

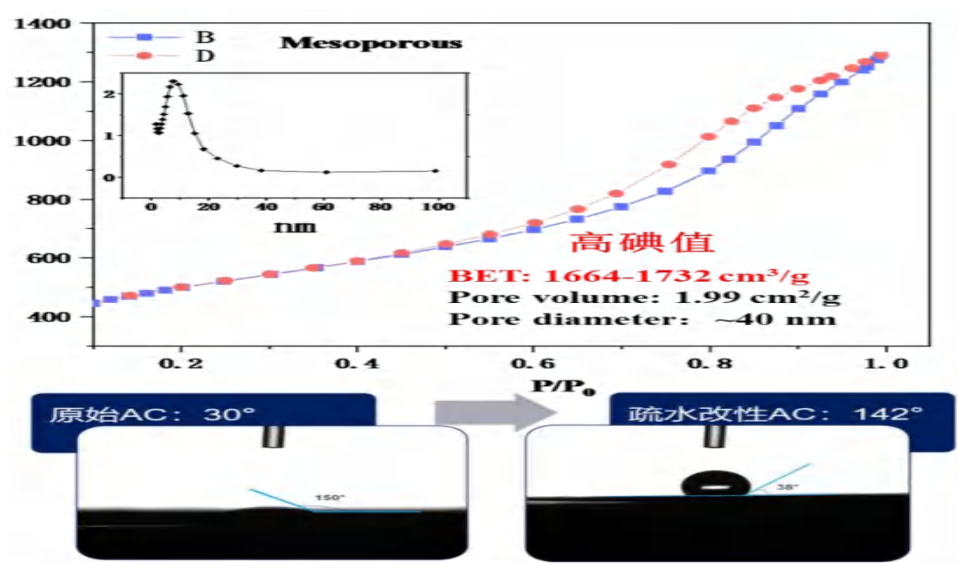
该技术适用于传统造纸、非织造布生产线小试、中试改造成泡沫成型生产线，为后续大范围推广节水、节能成熟生产线提供基础；也适用于新型材料公司设计生产环保型低密度三维支撑材料。

318 高碘值活性炭制备及疏水改性

项目简介:

活性炭化学性质稳定、机械强度高、耐酸碱、不溶于水和有机溶剂，广泛应用于化工、环保、食品加工、冶金、药物精制、化学防护等领域。通过优化活性炭活化工序参数，制备得到高碘值活性炭，显著提高活性炭的吸附容量。通过对活性炭进行改性得到疏水活性炭，提高活性炭的吸附选择性。减少活性炭对水分子的吸附，提高潮湿环境中活性炭的吸附量。

摘要图:



技术特点:

- (1) 采用绿色活化剂对原料进行碳化活化，降低活性炭制备过程中对环境的污染；
- (2) 通过对活性炭进行改性，实现活性炭的选择性吸附。

示范与应用:

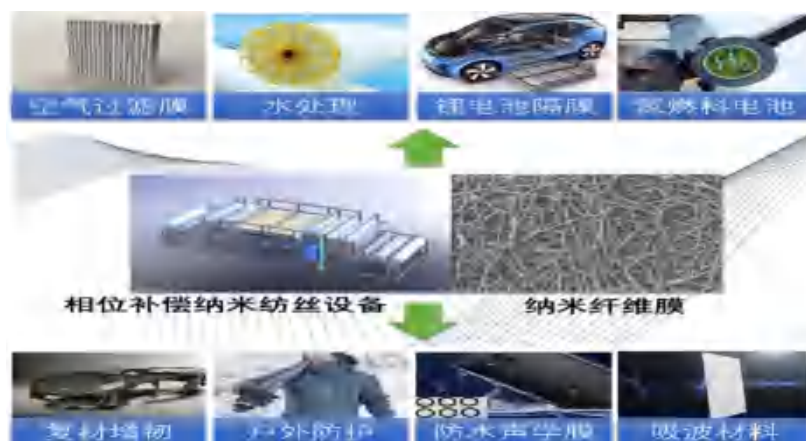
本项目已成熟，可产业化。

319 纳米纤维膜宏量制备技术与产业化

项目简介:

纳米纤维膜是膜制备领域全球关注的热点,相对于传统相转化或拉伸膜,具有纳米尺度效应、高孔隙率和结构可控等独特优点,在高效低阻空气过滤、水处理、锂电池隔膜、氢燃料电池核心部件、复合材料增韧、防水透气户外鞋服、吸波材料、电子声学膜领域具有广泛的应用前景。课题组在纳米纤维膜宏量制备、物理化学改性等关键技术方面取得了重要突破。同时开发了全新的高效率喷头和相位补偿模组,能高效生产出均匀,大宽幅的纳米纤维膜。已经建成示范工程一套。

摘要图:



技术特点:

基于高压电流体喷印/纺丝的纳米纤维制备技术是一种平台性的制膜技术,孔径、膜结构、性质易于实现高精度调控,适用于多种有机、无机材料的加工,可解决现有的多孔膜/涂层技术制备过程中难以调控的问题,应用广泛。课题组研发的制膜设备可以实现大宽幅和高均匀性膜的温度制备,产量高,已通过示范工程验证,可快速实现产业化放大。

示范与应用:

高效低阻空气过滤材料、水处理膜、锂电池隔膜、氢燃料电池核心部件、复合材料增韧、防水透气户外鞋服、吸波材料、电子声学膜、催化、生物医学等领域。

中国科学院 理化技术研究所

320 低温冷疗装备及产业化项目

项目简介:

核心技术及项目优势:

低温冷疗是将人体全身或局部暴露于可控低温环境，利用强烈、短促的低温刺激，增强人体免疫功能，或实现脂类等细胞消融。本项目相关产品在设备参数、治疗方案等方面仍面临标准未统一的难题，影响冷疗行业的安全性及有效性评价。国内冷疗产品的研发及推广尚属于起步阶段，缺少自主研发的系列低温冷疗设备。

本项目拟解决低温冷疗设备国产化，以及冷疗设备安全性及有效性评估等关键问题。主要研究内容：（1）基于混合工质制冷技术，建立仅以电力供能的全身式冷疗（Whole-body Cryotherapy）舱，替代传统液氮冷源，降低失温及窒息风险；（2）基于混合工质制冷技术研发局部式冷疗（Local Cryotherapy）仪，突破市场上现有产品冷空气温度、压力及流量指标；（3）基于压缩式制冷系统，配合脂肪温度反演算法建立冷冻减脂（Cryolipolysis）仪，利用脂基质细胞对低温高度敏感发生凋亡而实现减脂目的，具有无创、非侵入性等优点；（4）实现系列冷疗产品研发并迭代，完成相关医疗资质注册，实现产业化，建立集运动康复、疾病治疗、美容减脂等功能一体化的冷疗体验中心。

应用领域:

低温冷疗具有运动恢复、减肥美容、提高免疫、促进睡眠、改善焦虑与抑郁等功能，2022 年全球冷疗市场已达 45 亿美元，在体育、医疗、医美等领域市场潜力巨大。

照片 1~3 张：试验装置、产品、工程、研发现场、重大进展、媒体报道等均可。



成熟度:

技术成熟，已有产品并销售。

核心团队介绍:

首席科学家公茂琼，中国科学院理化所研究员，博士生导师，国家杰出青年基金获得者，国科大岗位教授，中国制冷学会理事兼低温专业委员会秘书长，北京制冷学会副理事长，中国青年科技奖，政府特贴，百千万人才工程。核心团队均来自中国科学院理化技术研究所低温制冷与特种动力技术研究中心，成员 9 人，其中正高级 3 人。

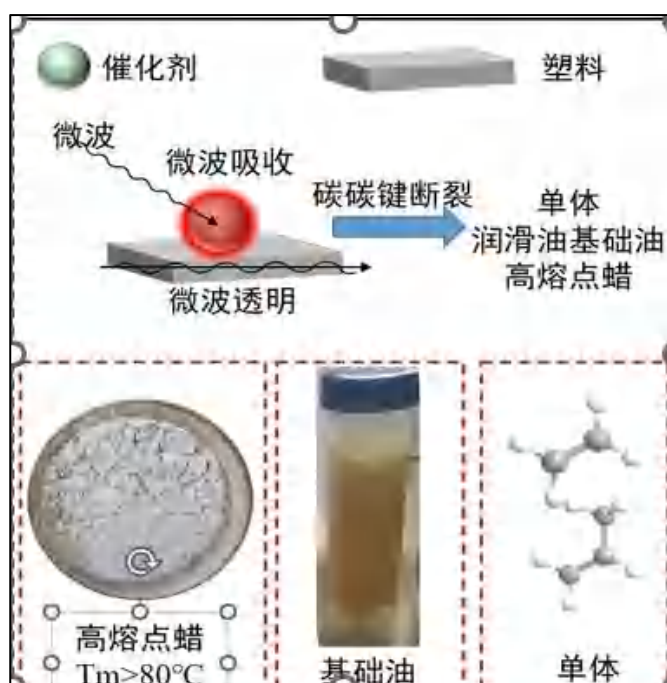
321 微波催化废旧塑料化学回收

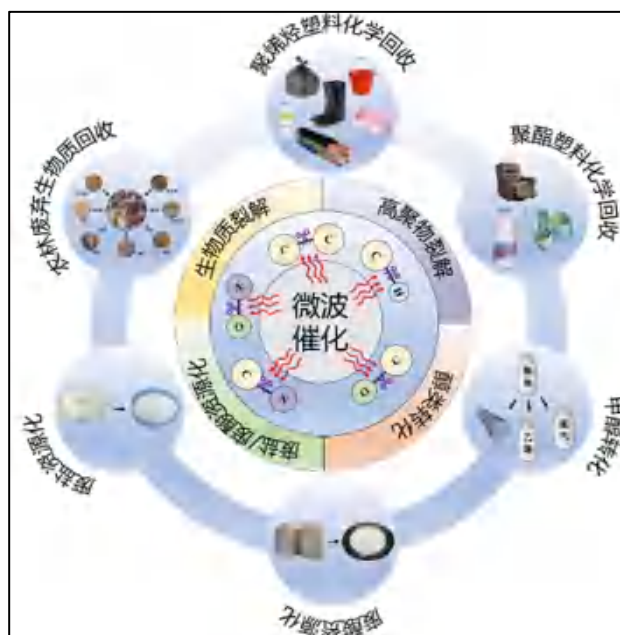
项目简介:

申请人重点围绕微波驱动催化, 分别开展废旧聚烯烃/聚氨酯塑料化学回收, 工业废盐资源化开发和农林废弃物生物质化学回收等工作。在 Chemical Engineering Journal, Energy Conversion and Management 等刊物发表论文数篇, 授权中国发明专利 4 项, 目前相关方向已完成实验室试验, 正在进行中试放大试验。

主要进行如下 3 个方向的研发工作: 1) 将废旧塑料高效地转化为润滑油基础油, 特种蜡和气体单体等高值化产品; 2) 以价廉经济的生物炭为原料, 以废旧锂离子电池和生物质共回收为出发点, 成功制备了多种性能优异的锂离子电池衍生催化剂, 在微波驱动且较为温和的条件下成功将水稻秸秆催化转化为高产量附加值合成气 (H_2 和 CO) 和富含单环芳烃的液体产品; 3) 将每年 2000 万吨的工业废盐, 通过自创的微波催化技术, 转化为工业盐产品, 实现废盐资源化利用。

本团队围绕微波催化, 不仅开展了废旧塑料回收再造, 而且也用于固体废盐高值化、醇类制氢、生物质制氢和有机合成等领域, 取得一系列成果。



**成熟度：**

完成实验室原理性验证，拟进行 750 吨/天废旧塑料化学回收中试试验。

核心团队介绍：

马望京，研究员，于 2007 年在中科院理化所获物理化学博士学位，2014-2016 年在牛津大学访学和博士后研究。主要从事微波辅助裂解聚合物和有机物方面的研究，开发了多项微波高效裂解高聚物的多功能催化剂。在国际核心期刊发表论文 80 余篇，封面 1 篇，受到国际同行关注与认可。应邀撰写出版 2 部英文专著章节，授权发明专利 22 项，PCT 专利 1 项，获得中国发明协会一等奖、北京发明创新大赛金奖和创新大工匠奖等各类学术奖励 9 项。主持国家，省级等各类项目计 11 项。团队包括 3 名研究员，6 名副研究员，2 名博士，和 10 名研究生。

322 压缩气体新模式-液态二氧化碳储能技术项目

项目简介:

核心技术及项目优势:

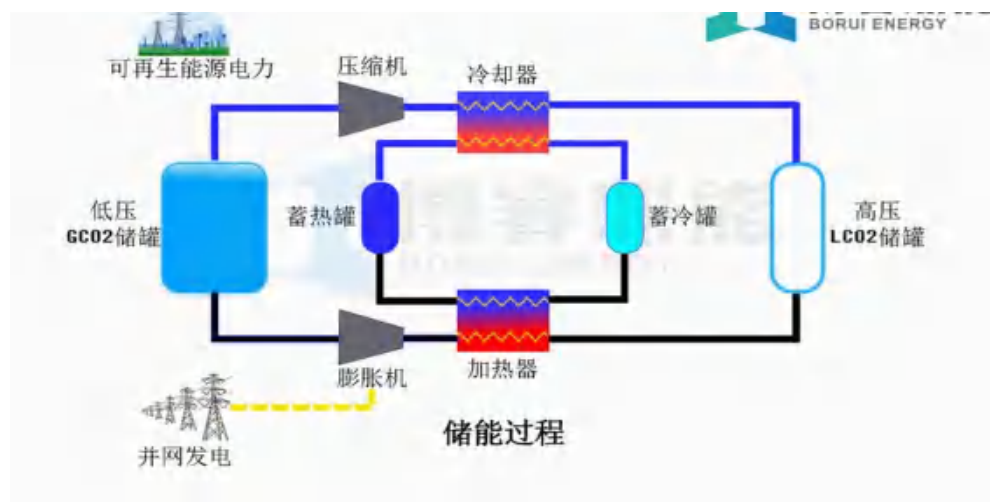
充分利用二氧化碳 CO₂ 临界点较低（73.8bar，31℃），导热性好，液体黏度低，系统寄生能耗相对较低等技术特性，与新能源风光互补新能源的原位消纳技术，实现交直流混网应用，打造压缩气体储能技术新形态。

系统流程设计灵活、设备小型结构紧凑；工质储存方式多样，环境适应性强；系统可扩展性强，应用场景多元；闭式循环系统，运行稳定性强；有效解决新能源消纳、工商业园区综合用能、电力需求较大负荷削峰填谷、源网荷储一体化微电网、绿色低碳生态能源系统等场景对长时储能的需求。

照片 1~3 张：试验装置、产品、工程、研发现场、重大进展、媒体报道等均可。

成熟度:

技术成熟，已产业化阶段并实施应用。



核心团队介绍:

首席科学家张振涛，十四届全国政协委员，中国科学院理化所研究员，博士生导师，中国科学院关键技术人才，国家重点研发专项“农特产品绿色节能干燥技术装备研发”首席科学家，中国高技术促进会副秘书长兼未来能源分会主任。核心团队 5 人均来自中国科学院理化技术研究所低温工程与系统应用研究中心。

323 仿生低碳新型建筑材料项目

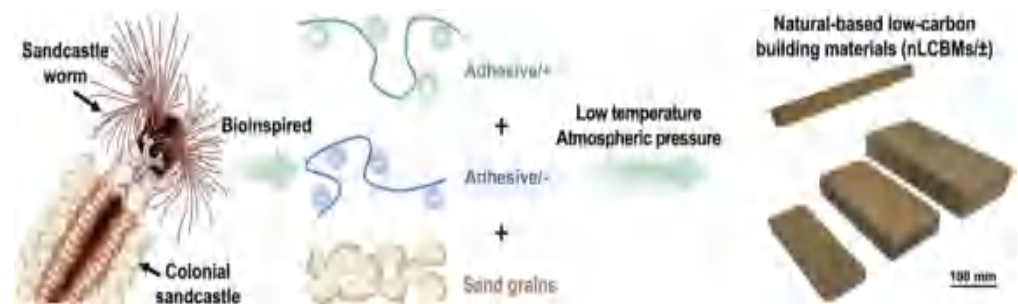
项目简介:

核心技术及项目优势:

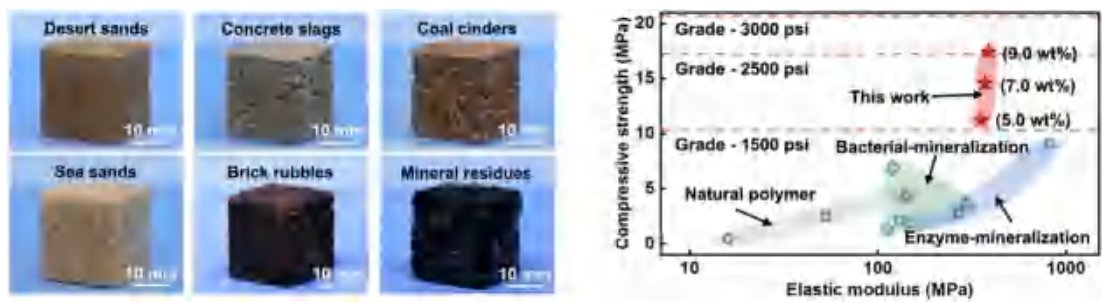
生产传统水泥基建材在高温焙烧过程中需消耗大量能量并产生巨额碳排放量。针对于此，急需发展新型低碳建筑材料，尤其是基于天然原料的低碳建筑材料，对于在建筑领域内降低碳排放量具有重要意义。然而目前利用各类天然基粘结剂粘结沙粒及其他固体颗粒所形成的块材强度普遍较低，难以满足实际建筑需求。因此设计天然基低碳建筑材料仍具有挑战性。

中国科学院理化技术研究所王树涛研究员带领团队运用仿生策略，设计了受沙塔蠕虫巢穴所启发的天然基仿生低碳新型建筑材料。自然界中，沙塔蠕虫可通过分泌复合有正电性蛋白与负电性蛋白的粘液粘结沙粒构筑坚固的巢穴。受此过程启发，引入正电性季铵化壳聚糖与负电性海藻酸钠形成仿生天然粘结剂，实现了对于沙粒、矿渣等各类固体颗粒的牢固粘结，并最终形成高强度建筑材料。该天然基仿生低碳新型建筑材料的抗压强度高达 17 MPa，可达到常规建材要求标准。此外，该天然基仿生低碳新型建筑材料具有优异的抗老化性能、防水性能以及独特的可循环利用性能。因此，这一材料在低碳建筑领域具有巨大应用潜力，同时，该工作为新型低碳建筑材料的研究提供了创新性思路。

照片 1~3 张：试验装置、产品、工程、研发现场、重大进展、媒体报道等均可。



受沙塔蠕虫启发的仿生低碳新型建筑材料设计



利用沙漠沙、矿渣等不同颗粒均可构筑力学性能较好的仿生低碳新型建筑材料
成熟度技术：

正在中试阶段。

核心团队介绍：

首席科学家王树涛，中科院理化技术研究所党委书记，研究员，博士生导师，国家杰出青年基金，长江学者特聘教授，万人计划科技创新领军人才，中国生物材料学会生物医用高分子材料分会委员，中国生物材料学会影像材料与技术分会、中国化学会青年化学工作者委员会委员，中国抗癌协会肿瘤标志物专业委员会 CTC 技术专家委员会副主任。核心团队 4 人，均来自中国科学院理化技术研究所仿生智能界面科学中心。

324 静电纺丝技术项目

项目简介:

核心技术:

静电纺丝法即聚合物喷射静电拉伸纺丝法,是一种制备直径 10nm-10mm 的超细纤维的重要方法。静电纺丝是在电场作用下的纺丝技术,与传统的纺丝方法截然不同。大多数情况下采用聚合物溶液纺丝,也可采用熔融纺丝。静电纺丝成型原理是在喷丝口与收集装置之间加上高压电场,使喷出的液流在电场中瞬时强烈拉伸形成无纺材料,在收集装置上形成非织造聚集材料。静电纺丝技术的核心,是使带电的高分子溶液或熔体在电场中流动与变形,然后经溶剂的蒸发或熔体冷却而固化,得到纤维状物质。

项目优势:

比表面积大便于细胞黏附和增殖,利于创面愈合。

孔隙率高可促进细胞与外界进行气液交换,加快伤口愈合。

孔隙微结构可以避免空气中的灰尘等大颗粒物质与伤口接触造成感染,亦可防止伤口脱水。

在生物相容性方面,静电纺丝纳米纤维膜的 3D 结构与天然细胞质基质结构相似,可促进细胞生长与繁殖,从而刺激组织再生。

应用领域:

基于静电纺丝技术制备的医用纳米纤维膜是新型医用敷料中的典型代表。基于静电纺丝技术制备的纳米纤维膜具有高比表面积、高孔隙率及良好的生物相容性等优点,在医用纺织材料领域有广泛的应用。

照片 1~3 张: 试验装置、产品、工程、研发现场、重大进展、媒体报道等均可。

**成熟度：**

技术成熟，已开展产业化并产品销售。

核心团队介绍：

首席科学家郭燕川，中国科学院理化技术研究所研究员，研究中心主任，博导，中国感光学会生物基功能大分子材料与技术专业委员会 主任，中国日用化工协会明胶分会 副秘书长，《明胶科学与技术杂志》 副主编。

中国科学院大学

325 纳米改性无机自修复材料

该产品是中国科学院大学张元勋团队主导研发，打破了国外技术垄断，实现了技术自主可控及材料的全国产化，该产品各项性能指标达到或超过国际知名产品，拥有更高的性价比。

研究基于物理充实和膨胀及化学反应双重作用机理，通过对修复剂修复性能的事前评价方法、物理性修复剂的膨胀调控与化学性修复剂的反应调控、自修复材料对水泥基材料性能影响的研究，建立了修复剂修复性能事前评价的方法和手段，形成了自修复材料的组成优化与制备技术，研发了水泥基材料裂缝自修复材料，实现了 0.6mm 宽度混凝土裂缝的自修复。

纳米改性无机自修复材料特点：

新型纳米改性无机自修复防水材料，特点是单组分非定型无机、生态级产品，和国外一线品牌相比，新型材料具有更高渗透性和自我修复能力，整体性能提升约 30-50%，可自修复 0.6mm 裂缝(国外一线产品可修复 0.4mm 以下裂缝)，可以负温施工，施工环境可适用于-12° C 以上(国外一线产品适用于 5° C 以上)。相比于其他同类产品促使水泥吸附二氧化碳能力增加约 40%。打破了国外技术垄断，实现了技术自主可控及材料的全国产化。

防水防腐可靠：涂刷一道后就可形成致密防腐层（涂层和肌理），**可达到与混凝土结构同寿命。**

应用场所广泛：**在PH2—PH13外部环境中均可使用。**而在潮湿环境、盐碱环境、酸碱度可调节环境中均可使用。

防水防腐性价比高：产品在省却水泥砂浆找平层、找坡上保护层、附加层等施工工序的情况下，**性价比远高于传统有机产品。**

施工便捷：**可用于迎水面，也可用于背水面。**，产品膏状，可在潮湿面施工。

产品生态环保，零污染：纯无机产品，不含有害重金属，不含苯类、酚类、卤代烃、醚类、酯类等有机溶剂，可安全用于饮用水。

耐久性强，保护结构及钢筋，**提升混凝土结构性能**：外涂涂层，防水、加固、防腐、保护结构及钢筋，延长混凝土使用寿命。同时可保护保护层内钢筋，防止钢筋锈蚀，天然阻隔氯离子，具有抑菌、防腐、防锈功能。同时加速水泥的胶凝反应，**提升水泥碱中和能力。**

高体长效持久耐用：晶体是唯一具有永久高速生长性能的防水系统。使用过一遍后，需要再施工一遍，**相当于为混凝土打了一针防水疫苗**，需长期维护，与混凝土同寿命。

纳米改性无机自修复材料适用于：

地铁、隧道、涵洞、水库坝体、电厂、电站、路桥、各类水池、地下室、桩基桩头、屋面广场、厕浴间的防水工程及已渗漏防水工程的迎、背水面的防水及防水维修工程及如墙面、地下室、桥面及桥墩、铁路水泥轨枕、公路路面、人防坑道、机场跑道、水塔（池）、隧道涵洞、基础地坪、厨房、卫生间等防水工程

的内部或外部的密封防水和抗渗。

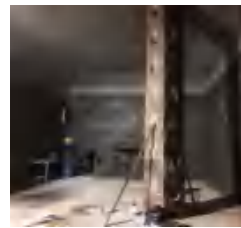
部分案例：



南水北调中线工程施工



国铁桥墩维修施工



郑州地铁站台蓄水池施工

326 生态级金属锈转化剂

生态级金属锈转化剂是一种新型的防腐纳米材料，其中含有的化学成分能与钢材表面铁锈发生转化反应，使其转化成稳定的保护膜层，在不破坏自身结构的状态下，使钢材表面锈层转化为高质密络合物并使未锈蚀表面发生钝化封闭，从而大大地提高金属结构的使用寿命。我们采用改性的特种纳米树脂材料与复合转化剂、渗透剂搭配的新一代水性金属锈转化产品，涂于铁锈表面后渗透剂会对金属表面底锈产生高质量的渗透性，同时携带着复合转化剂对底锈进行充分的络化反应，使锈层转化为致密的磷酸锌铁复合盐黑色有机铁高分子化合物(络合物)，最终固化为防水、防锈的复合盐防锈连续封层，乳液纳米材料分子间凝聚力强，结晶度高，具有疏水性，不会形成氢键，氧分子和水分子不能在乳液中移动，从而使其具有优良的阻氧性和阻湿性。其在金属表面形成的隔离层能够阻止氧分子及水分子透过膜层，从而防止对金属造成锈蚀，并在金属表面牢固固化，保证和金属表面纳米级高强度的结合度。同时，锈转化剂并将锈层之中的活性有害铁化合物钝化、转化为稳定无害的络合物。含无害填料的密封涂层能有效防止钢材腐蚀，完全能替代喷砂、抛丸的涂装前处理工艺。特种树脂类材料既能抵挡冲击及形变，又具备绝缘和隔离水、空气分子的作用，从原理上杜绝了金属生锈的电化学反应。

生态级金属锈转化剂特点：

1. 金属锈转化彻底

金属锈氧化皮，涂刷本产品即被彻底转化，化锈为漆，且具有防腐和底漆双重功效。

2. 阻止闪锈及二次生锈产生

分子间凝聚力强，结晶度高，具有疏水性、优良的阻氧性和阻湿性。其在金属表面形成的隔离层能够阻止氧分子及水分子透过膜层，从而防止对金属造成锈蚀。

3. 节能环保

传统的机械抛丸、喷砂除锈消耗能源，污染环境。手工、电动打磨除锈劳动强度大，效率低，除锈不彻底。酸洗除锈存在大量废水排放，污染环境。本品提供的转锈防锈完全可以替代传统的防锈方法，属于节能环保型产品，挥发性有机

化合物(VOC)含量 $\leq 5\text{g/L}$ ，有效地保护了工作环境与自然环境。

4. 无损钢铁

适用各类钢材、铸铁、铁合金等，只与其腐蚀产物发生作用，不影响钢铁的化学及机械力学性能。

5. 延长使用寿命

经处理后的金属材料，使用寿命大大延长，同时兼具一定的防火性能。

6. 施工简单，安全防护要求低

直接涂刷在带有金属锈或漆的金属表面，即完成金属锈转化或形成新的树脂保护层。基层预处理及施工阶段均不涉及带电作业，不会产生闪爆。

7. 高渗透性，强附着力

成膜材料具有长寿命，兼有柔性的特点。

8. 抗高温

市场上唯一具有阻燃性的转换材料。

该产品适用于：

建筑钢结构、桥梁、铁塔、管道、化工大型钢框架、露天储罐、军事设施(发射井架、通讯设备等)、铁艺、护栏，金属屋面以及任何需要防腐的金属构件。

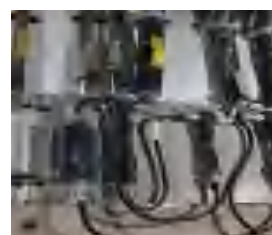
部分案例：



高铁护栏防腐处理



某军方项目防腐处理



中国科学院大学校区通讯装备铝合金防腐处理

327 束土固沙剂

该产品是复合天然多糖类抑尘产品，由天然多糖与高分子材料完美结合，既保留了绿色生物可降解性，又赋予锁水保湿的优异性能，可高效捕捉、固定和团聚尘埃颗粒，达到抑尘、降尘的效果，其核心原理为高分子材料的固沙能力与单位分子质量的吸附能力呈正相关，其吸附能力主要取决于分子所能形成氢键的数目。其特点：

绿色环保：属于改性植物多糖产品，不会对人体造成伤害，具有良好的可再生性、可降解性和环境友好性。总汞、总铅、总铬、总砷和甲醛未检出，不会对空气、土壤和水体造成污染。

优良的土壤调理性：能为绿色植被的生长提供一定的氮源，提高土壤的有机质、碱解氮、速效磷、速效钾含量。

良好的吸水性：采用特殊工艺和超浓缩加工方法，在多糖分子结构上引入胺基、羧基，使束土固沙剂本身具有多个吸水基团，单位质量的束土固沙剂可以和水分子形成更多的氢键缔合，因而其吸水保水性优异，能避免水分在沙粒间的过快渗漏。

优异的固沙性：束土固沙剂的主要成分多糖，在分子结构上引入的胺基、羧基和其本身带有的羟基可亲和、吸附许多物质，形成氢键缔合，从而吸附土壤颗粒，在土壤颗粒间起桥梁作用，能够把表层土壤颗粒连接在一起而产生结皮，加强沙土表层的整体性。

该产品适用于：
抑制土地荒漠化、水土流失。改良土壤并提高植被成活率。建筑工程、市政工程、水利道路、交通干道及轨道交通项目施工防尘。

部分案例：



日期	时间	地点	PM10	PM2.5	PM10/PM2.5
2019.03.15	10:00	石家庄主城区	150	50	3.0
2019.03.15	11:00	石家庄主城区	120	40	3.0
2019.03.15	12:00	石家庄主城区	100	30	3.3
2019.03.15	13:00	石家庄主城区	80	20	4.0
2019.03.15	14:00	石家庄主城区	60	15	4.0
2019.03.15	15:00	石家庄主城区	50	10	5.0

日期	时间	地点	PM10	PM2.5	PM10/PM2.5
2019.03.15	10:00	北京海淀区	180	60	3.0
2019.03.15	11:00	北京海淀区	150	50	3.0
2019.03.15	12:00	北京海淀区	120	40	3.0
2019.03.15	13:00	北京海淀区	100	30	3.3
2019.03.15	14:00	北京海淀区	80	20	4.0
2019.03.15	15:00	北京海淀区	60	15	4.0

石家庄主城区扬尘处理 北京海淀区道路抑尘处理 古贤水利枢纽工程堤坝抑尘处理

328 复合节煤催化剂简介

该系列产品采用先进的催化、改性等物理、化学技术复合而成，使用特殊的助燃、催化、固硫、分散与渗透等组分，应用催化复合羧基离子等技术改变了煤炭燃烧反应的过程，使其反应所需活化能明显降低，着火点降低，提高了煤炭的燃尽率，降低残碳率并抑制吸热副反应。

综合多场景的试验结果，燃煤助燃固硫剂系列产品平均可降低约 3-7% 的煤炭消耗，同时本产品还有固硫固氮降粉尘作用，可使经减排措施处理后的 SO_2 排放量减少 10%~30%， NO_x 排放量减少 20%~35%，烟气中粉尘含量降低 10%~35%。真正从源头实现节能减排任务。

作用原理：催化桥键断裂—产品中的催化组份能够促进煤中桥键的分解断裂反应，使挥发分较快释放出来，增加易燃成分含量。挥发分增多降低了煤的着火温度，降低了反应所需的活化能，使反应能在较低的温度下进行，达到了提高燃烧效率的目的。促进 C-C 断裂—产品中的催化组份使 C-C 键的断裂反应加强，煤中相对较小的分子增多，从而增加煤分子的热运动，促进了燃烧过程。固硫固氮减焦—产品中的催化组份促进了烟垢和烟气中的硫化物和氮氧化物生成盐类无机物，并随渣或灰排出炉外，减少 SO_2 和 NO_x 有害成分排放。

产品特点

- 水基型淡黄色水溶性液体；
- 无毒、无害、不易燃、无腐蚀、无污染、无放射性、不属于危险化学品；
- 安全性能好，便于运输、储存和现场使用；
- 性能稳定，添加简单方便，无需改造或增加新设备；
- 延长锅炉的使用寿命，对锅炉无任何的腐蚀危害等副作用；
- 清灰除渣，提高燃煤的燃尽率，降低飞灰和排放的炉渣残碳率 $\Delta C_T \geq 3-7\%$ 以上，炉渣有效固硫率 $\eta_{se} \geq 20\%$ 以上。

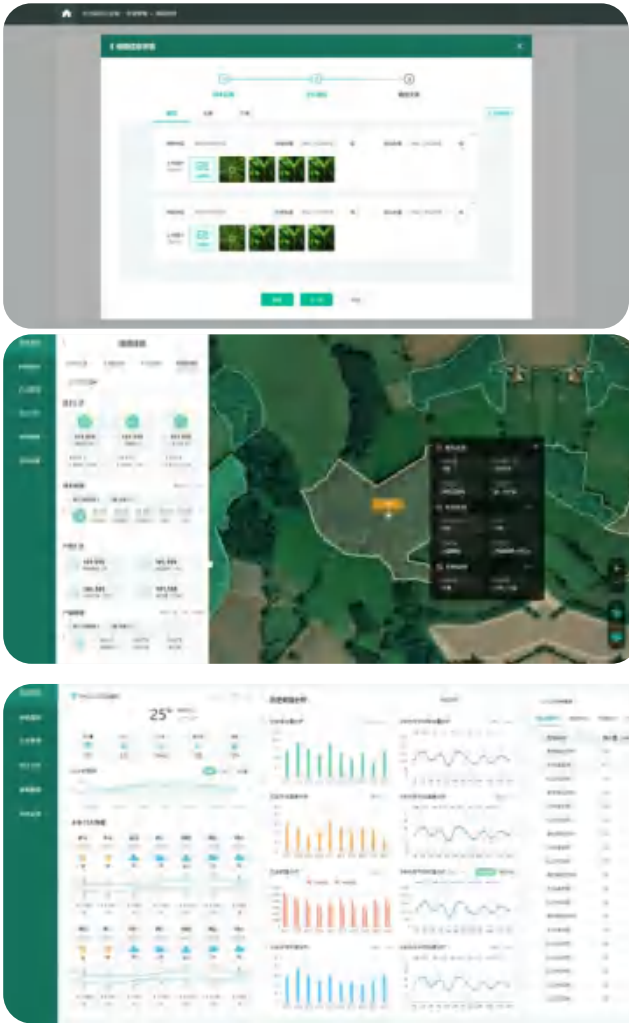
应用客户：中建材、华润、天山水泥、山水水泥

中国科学院 计算技术研究所

329 农业生产管理平台

产品介绍：

农业生产管理系统是基于农业生产执行系统技术架构研制的面向农业生产规模化管理的系统。系统实现农艺生产 SOP（Standard operating procedure，标准作业程序）全过程流程管理，平台可以根据不同的农艺流程以及品种要求，实现对生产过程的中全过程的任务管理。最终以平台流程控制为基础实现生产过程中地块级人、财、物的全面成本与收益分析。



技术优势：

- 1、基于 SOP 的业务流重组技术，支持大规模农业种植生产管理过程的不同农艺要求的业务流程处理；
- 2、基于大数据与人工智能技术的数据采集与智能分析；
- 3、无侵入式业务流管理方法，与现有农业生产管理流程无缝衔接；

4、基于微服务架构体系，具备良好的可扩展能力，可以支撑千万亩级别的农业生产管理。

应用领域：

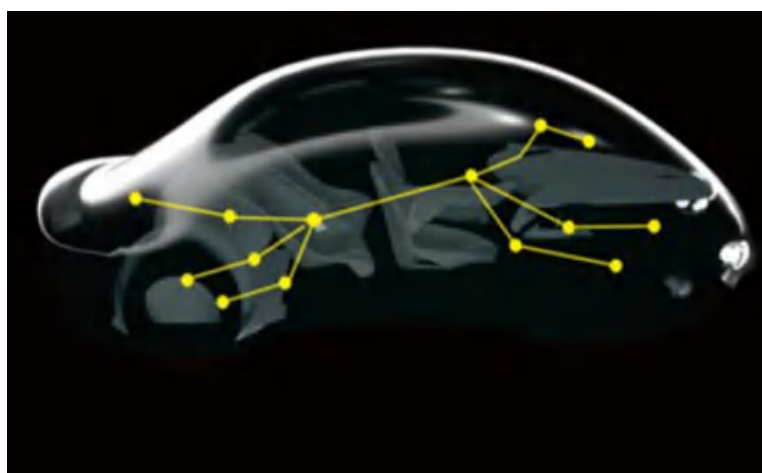
规模化农业生产管理与智能决策。

中国科学院 心理研究所

330 可推广的最新知识产权介绍

1. 张警吁, 石睿思, 董迪, 杨韞琪. 一种车辆状态的显示方法、装置、设备及可读存储介质[P] 中国专利: ZL202211469865.3, 2023-03-21

该发明专利提供了一种更为生态化的车外交互显示方法及装置, 通过将动物运动图像信息进行动物关节节点识别处理, 继而将动物关节运动信息与车辆运动信息进行映射, 以生物运动光点的方式呈现车外交互信息, 使自动驾驶情境下的外部行人或车辆更容易感知并理解到本车的行驶意图。



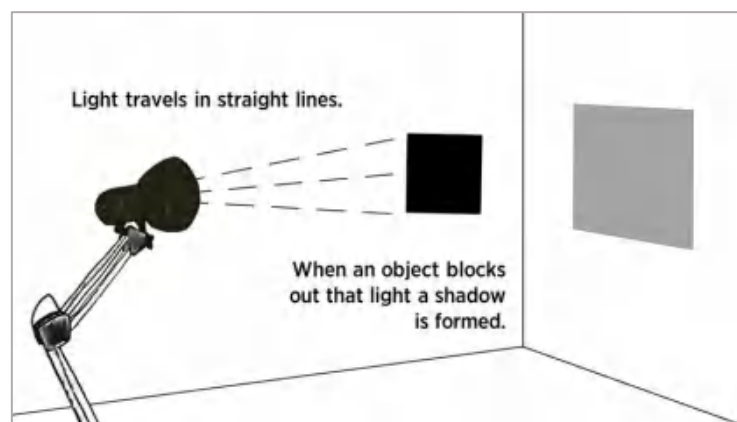
2. 张警吁, 盛猷宇, 万苓韵, 张芯铭. 一种驾驶辅助方法、系统、设备及可读存储介质[P] 中国专利: ZL202211445034.2, 2023-01-20

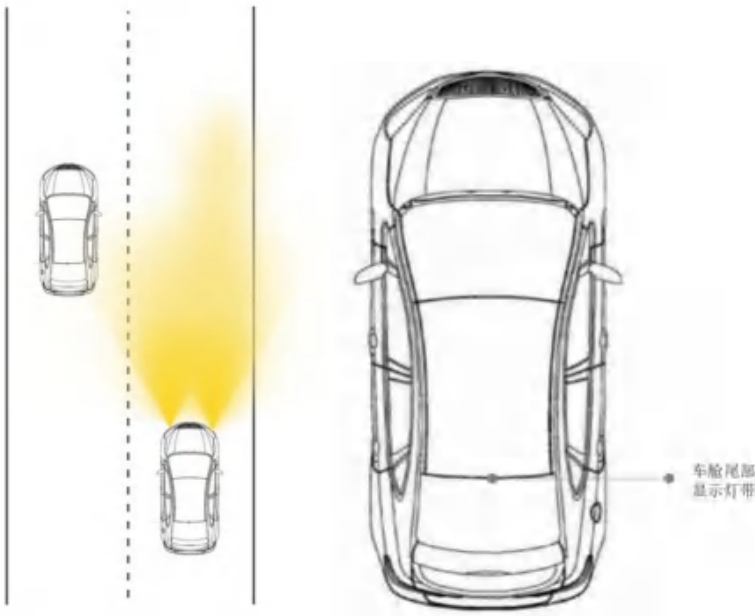
该发明专利提供了一种驾驶辅助方法即通过实时监测本车周围其它车辆相对于本车的速度和位置信息, 模拟对光照下遮蔽物所形成的阴影的知觉, 进而生态化呈现周围车辆相对于本车的状态信息。这些信息能够维持驾驶员的基本驾驶情境意识以满足其安全需求的同时尽可能不占用其认知资源, 辅助驾驶员对自动驾驶中的车辆进行接管。



3. 张警吁, 郑亚骅, 张蓉, 乔韩. 车辆显示增强方法、系统、设备及可读存储介质[P] 中国专利: ZL202211469876.1, 2023-03-10

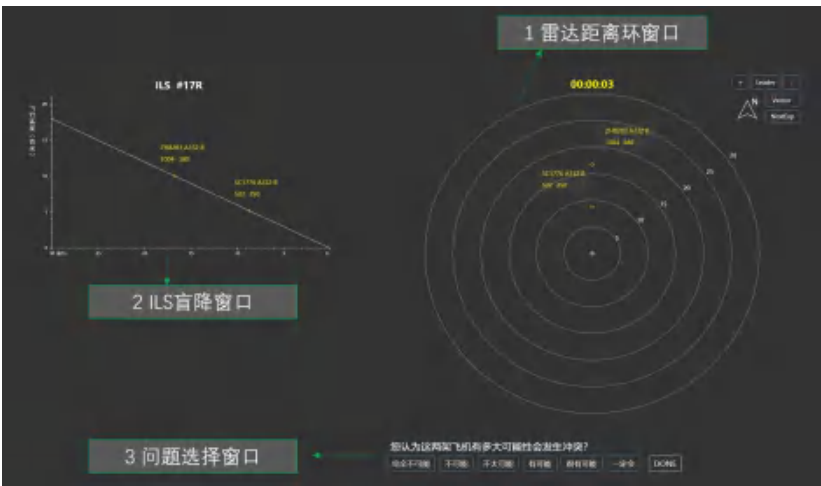
该发明专利提供了一种车辆显示增强方法, 即实时检测夜间后方车辆相对于本车的速度和位置信息, 在后方车辆车灯光照有损的情况下, 通过车尾舱内的自动补光装置来模拟后车车灯光照范围与强弱变化并生态化呈现, 以保证驾驶人员在夜间行驶时, 增强对后方驾驶环境的感知, 维持驾驶人员基本的情境意识, 保证夜间安全行车。

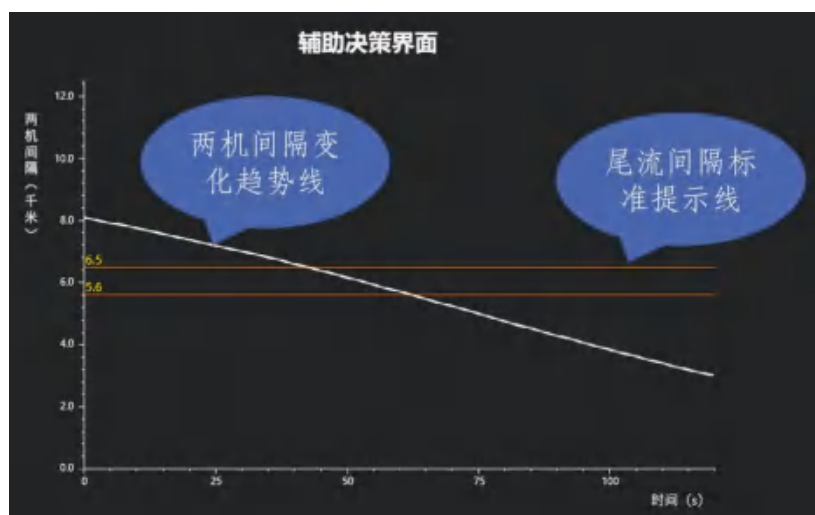




4. 张警吁, 汪慧云, 乔韩, 孙向红. 一种塔台管制员辅助决策系统的构建方法及装置[P] 中国专利: ZL202310296126.7, 2023-06-09.

该发明专利提供了一种塔台管制员辅助决策系统的构建方法及装置, 涉及数据处理技术领域, 包括获取塔台管制员工作任务信息和航空器的飞行数据, 将所述塔台管制员工作任务信息进行层次分析, 确定塔台管制员的关键决策任务信息, 基于所述航空器的飞行数据和塔台管制员的关键决策任务信息建立辅助决策模型, 并基于所述辅助决策模型构建辅助决策界面和提示塔台管制员进行决策。





5. 张警吁, 张蓉, 郑亚骅, 孙向红. 一种晕车防护方法、装置、设备及可读存储介质[P] 中国专利: ZL202310288040.X, 2023-06-09.

该发明涉及自动驾驶领域,通过获取乘客上车后在预设初始时间内所采集到的乘客晕车历史记录的评价结果和车辆运动信息等信息通过处理后输入至训练后的晕车预测模型中,得到晕车特征区间;基于晕车特征区间对乘客座椅角度进行防护调节。本方法以乘客为中心,将部分决定权移交给乘客,在此基础上通过对乘客座椅角度的智能调节实现了晕车防护。是一种以乘客为中心的晕车防护方法,在保证乘客乘车舒适性的同时,提高晕车防护的效果。

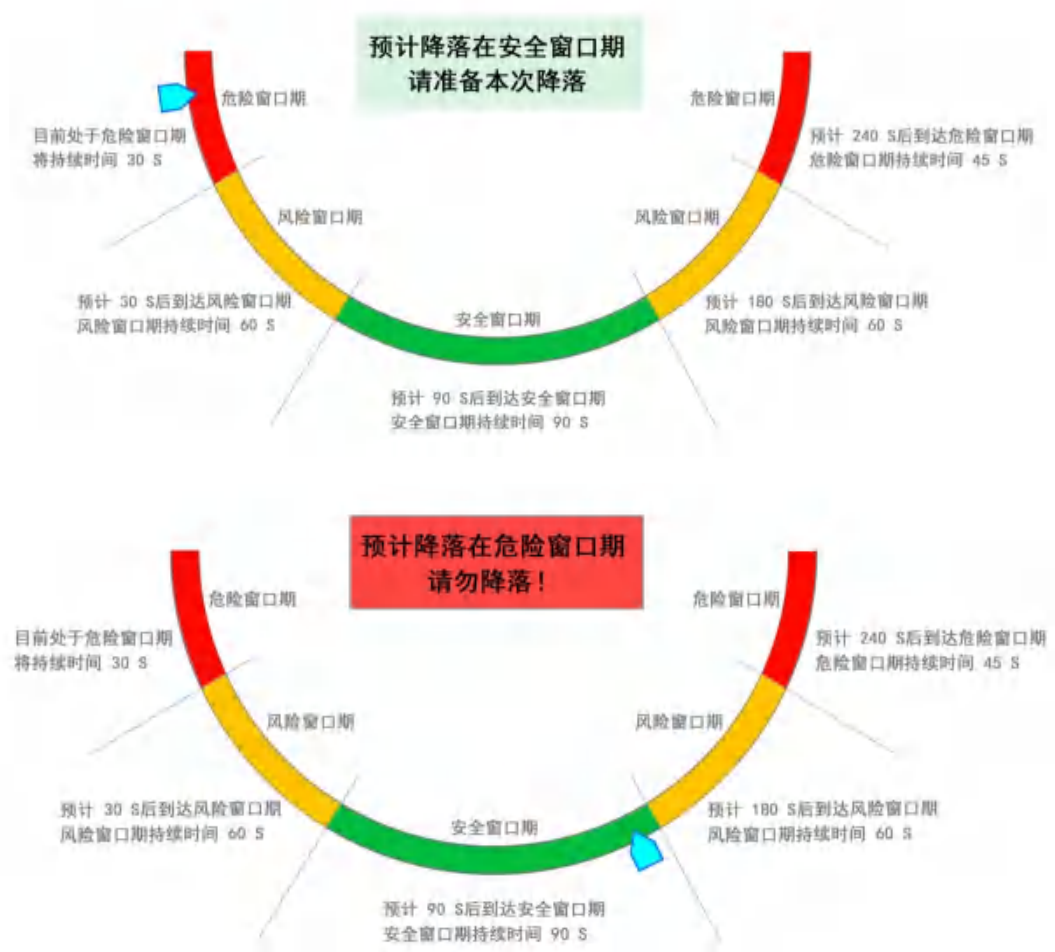
6. 张警吁, 盛猷宇, 石睿思, 孙向红. 一种用户评估方式确定方法、系统、设备及可读存储介质[P] 中国专利: ZL202310288046.7, 2023-06-09.

该发明提供了一种用户评估方式确定方法、系统、设备及可读存储介质,所述方法包括通过特定量表获取用户画像继而获得对应用户的兴趣信息,采集用户驾驶智能车辆时期内行为数据;兴趣信息包括用户感兴趣的智能系统的功能;结合用户的兴趣信息和行为数据获得用户对智能系统功能感兴趣的评估维度;结合这些信息生成至少一种评估维度对应的评估材料信息,根据评估材料信息确定用户感兴趣的评估方式,继而有效的为不同的用户设计不同的评估方式,以提高用户对智能系统功能提升的敏感度。

7. 张警吁, 乔韩, 张亮, 孙向红. 基于不稳定平台的飞行器着陆方法、装置设备及介质[P] 中国专利: ZL202310770066.8, 2023-09-12

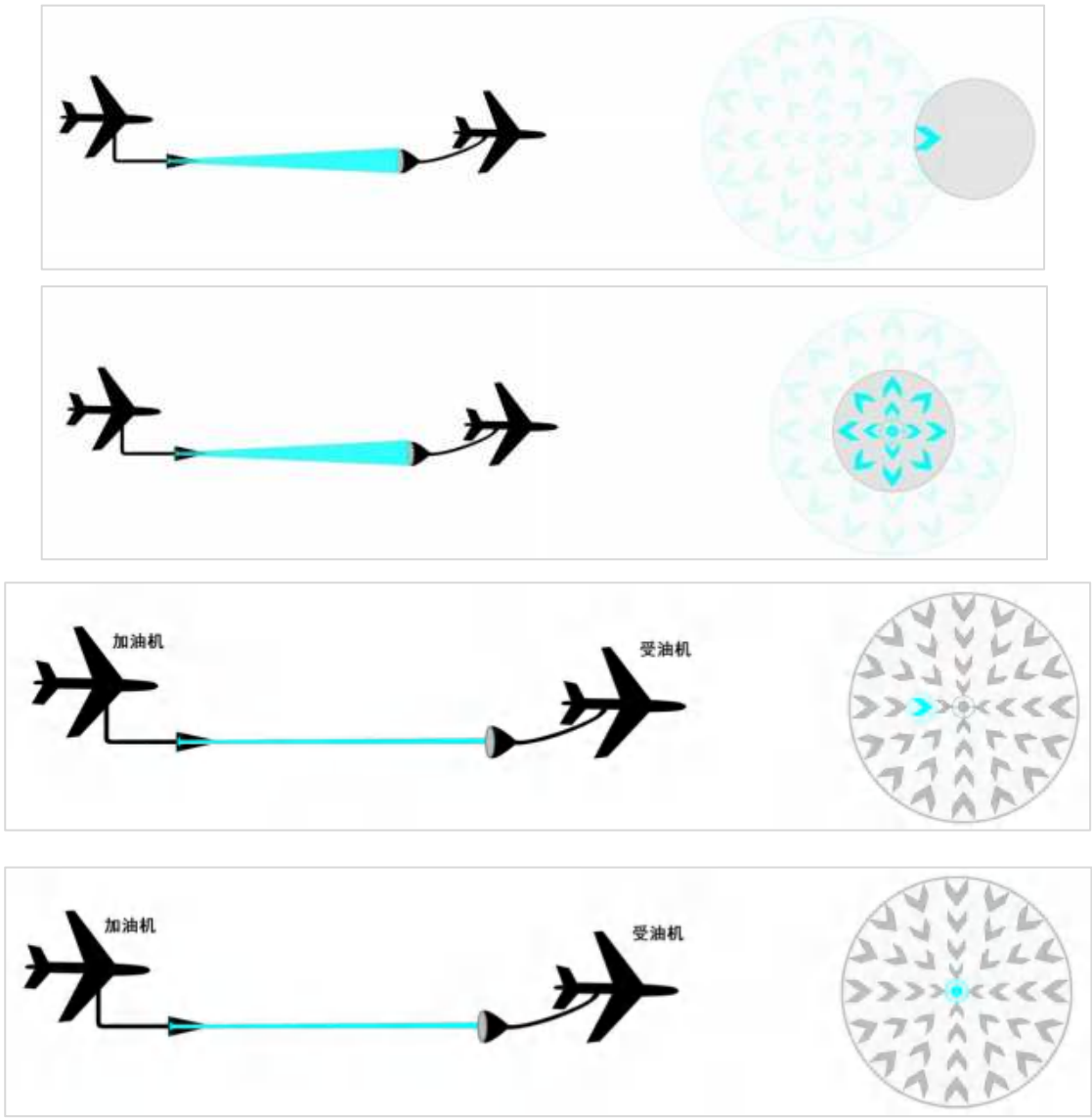
本发明主要为实现飞行器在不稳定平台的安全降落提供一种引导方法,通过

获取飞行器状态信息、环境信息和着陆平台参数，构建降落预测数学模型，计算降落时间窗口，并生成包含飞行路径和降落区域的三维可视化图像。基于图像评估降落区域的安全性，生成降落安全等级信息，并利用飞行器状态信息、环境信息和安全等级信息生成引导信号。综合应用机器学习、可视化和信号处理技术，提高降落安全性和操作准确性。



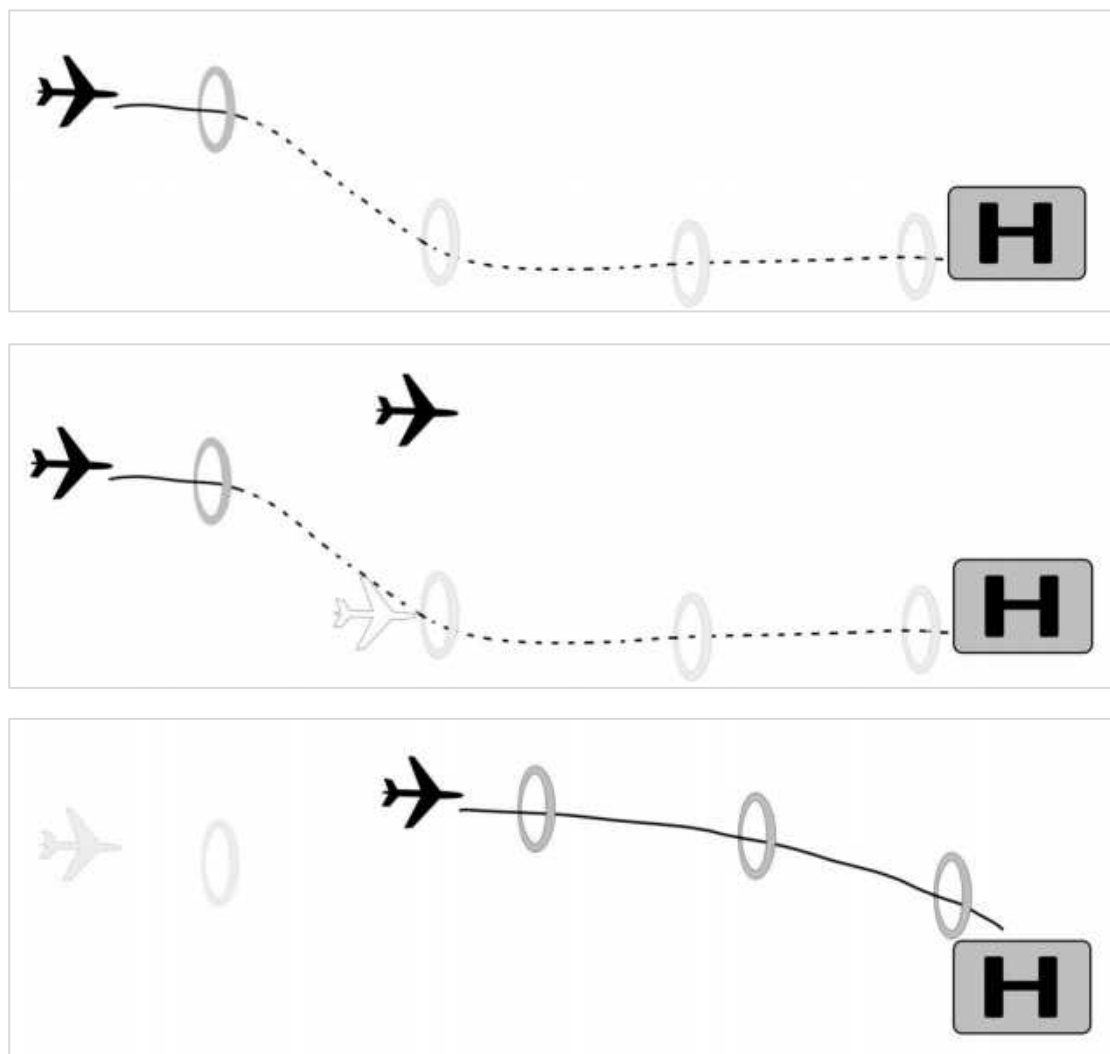
8. 张警吁, 郑亚骅, 孙向红. 一种飞行设备空中对接方法及装置[P] 中国专利: ZL202310777034.0, 2023-11-07

本发明旨在保障能够高效快速的进行两个飞行设备的对接,既可以通过空中对接设备的对接图像进行特征对比识别判断当前对接的误差值,并基于该误差进行线性回归分析,判断处于当前误差情况下完成对接的成功率,基于每个误差对应的成功率需进行飞行参数调整直到对接成功率达到可以进行对接操作;也可以基于人工观察到的特殊反馈标记进行飞行器调整,实现快速对接。



9. 张警吁, 石睿思, 孙向红. 一种基于空中走廊的飞行器着陆导航方法及装置[P] 中国专利: ZL202310770056.4, 2023-11-24

本发明主要是为飞行器着陆实时规划降落航线并提供引导, 通过飞行器当前的三维坐标位置信息和待着陆点的三维坐标位置信息对飞行器的降落航线进行规划, 同时在降落航线上生成导航环并显示在中控面板或 VR 设备中, 当飞行器未穿过导航环时表示此时飞行器偏离航线, 则对降落航线进行实时更新并对导航环进行同步更新显示在中控面板或 VR 设备中, 辅助驾驶人员进行航线校准, 旨在为飞行器精准的在固定或移动的降落平台提供安全着陆引导。



中国科学院 山西煤炭化学 研究所

331 低成本低能耗纳米磷酸铁锂制备技术

成果简介:

本项目使用液相法创新工艺来制备导电层包覆的纳米磷酸铁锂正极材料,突破了传统固相法高设备投入、高能源消耗和原料苛刻等带来的高成本问题,形成了一套大批量、低成本、稳定制造纳米磷酸铁锂的生产工艺及技术。其优势如下:

1. 采用液相合成法制备纳米磷酸铁锂。该方法的合成条件温和(常温常压),产物可控性强,适合于大规模生产;
2. 工艺流程简单,效率高,低碳环保。该方法省去了复杂的砂磨、喷干等工艺,全周期设备投入低,能耗小,生产效率提高 20%,能耗降低了 40%以上。该工艺适用于现有产线的低能耗低成本改造和新建产线的技术支持;
3. 产品具有均匀的纳米结构,容量高,循环寿命长。在 0.1 C 下放电时,容量可达 158 毫安时/克;在 1 C 下放电时,容量可达 148 毫安时/克。此外,在 1 C 连续循环 200 次后,容量保持率大于 97%;
4. 课题组已建成一条低能耗、低成本纳米磷酸铁锂中试线,产品性能指标优异,达到或超过同类商品水平;
5. 原课题组于 2007 年至 2016 年,和企业合作建设了 6 条碳纤维生产线,相关技术人员掌握基础研究、工程化示范和产业化开发的特点及规律,既有丰富的科研背景又有较强的产业化经验。

项目阶段:

☐ 研制阶段 ☐ 试生产阶段 ☒ 小批量生产阶段 ☐ 批量生产阶段

寻求合作方式:

☐ 股权投资 ☐ 风险投资 ☒ 技术转让 ☐ 许可使用
☐ 合作开发 ☐ 合作兴办新企业 ☐ 其它

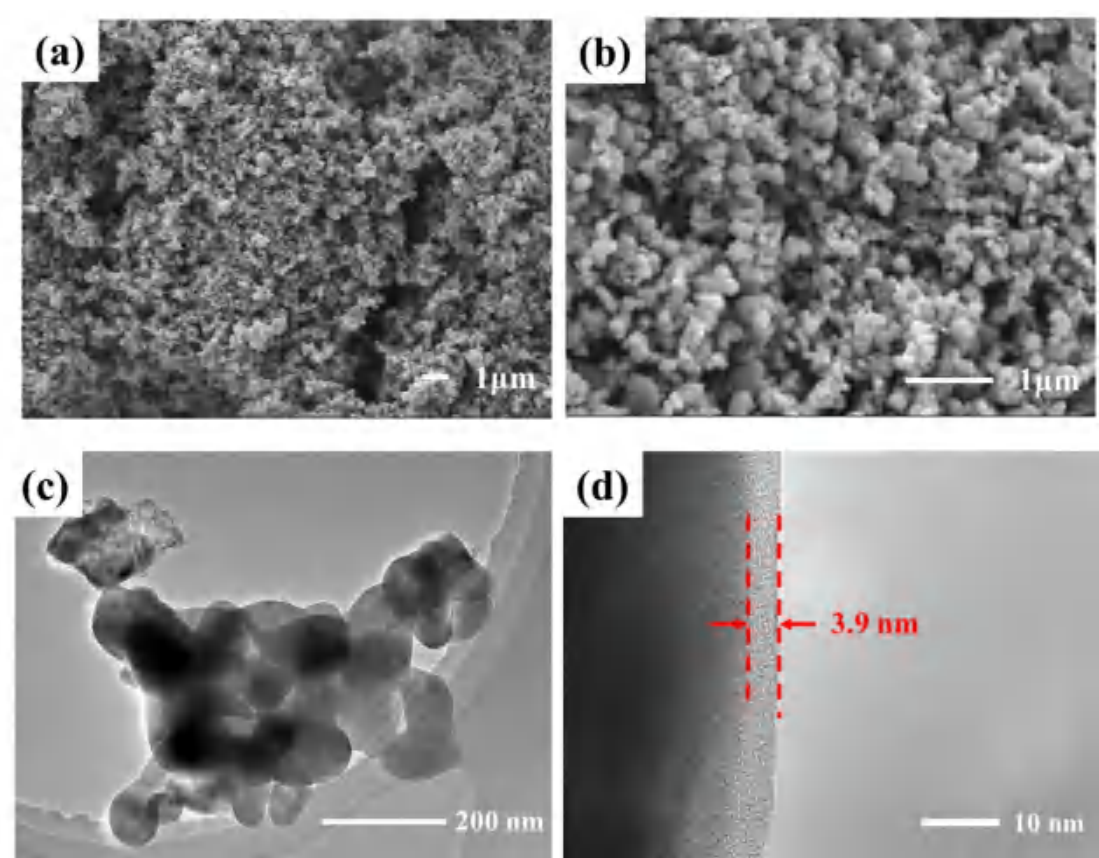


图 1 低成本纳米磷酸铁锂微观形貌图

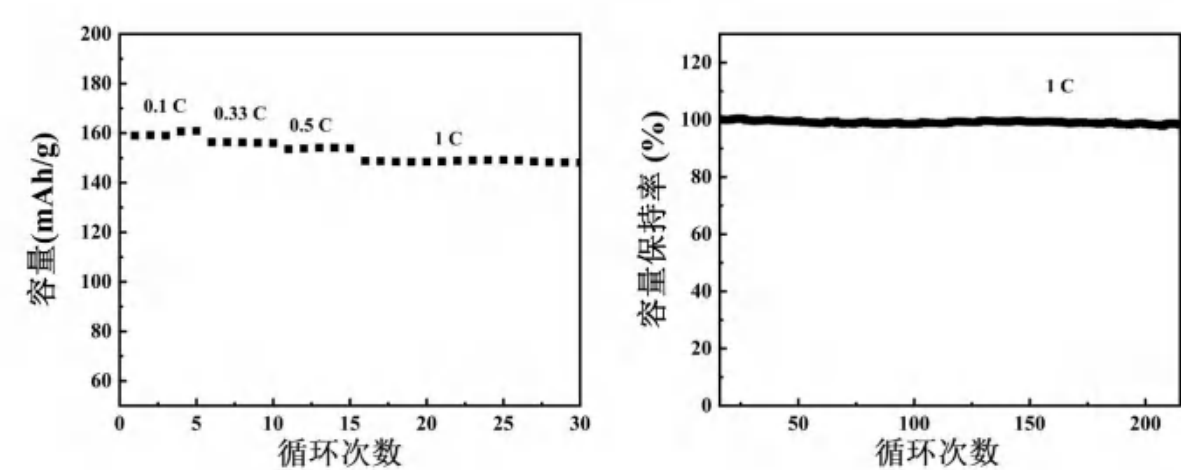


图 2 容量、循环稳定性测试图

This project employs an innovative liquid-phase method for the synthesis of nano-LiFePO₄ cathode materials, augmented with a conductive layer. This approach successfully addresses the high-cost constraints inherent in traditional solid-phase methods, including substantial equipment investments, elevated energy consumption, and stringent raw material requirements. It has established a comprehensive set of production processes and technologies for the large-scale, cost-effective, and stable manufacturing of nano-LiFePO₄. The key advantages are as follows:

The nano-LiFePO₄ is synthesized using a liquid-phase method, characterized by mild synthetic conditions (room temperature and atmospheric pressure). This method ensures controllable product outcomes, making it ideally suited for large-scale production.

The process is straightforward, efficient, and aligns with low-carbon environmental principles. It eliminates intricate procedures such as sand grinding and spray drying, resulting in reduced equipment investments, significantly decreased energy consumption (by more than 40%), and a 20% increase in production efficiency. This method is well-suited for the economical transformation of existing production lines, emphasizing low energy consumption, and offering technical support for new production lines.

The product exhibits a uniform nanostructure, boasts high capacity, and enjoys a lengthy cycle life. Under discharge conditions of 0.1 C, the capacity reaches 158 mAh/g, and at 1 C, it reaches 148 mAh/g. Furthermore, after undergoing 200 consecutive cycles at 1 C, the capacity retention rate exceeds 97%.

The research group has established a pilot line for nano-LiFePO₄ production that emphasizes low energy consumption and cost-effectiveness. This pilot line demonstrates outstanding product performance indicators, either meeting or surpassing those of comparable products.

Between 2007 and 2016, the original research group engaged in collaborative efforts with enterprises to advance this innovative technology.

中国科学院 赣江创新研究院

332 批量热浸镀锌稀土改性工艺控制新技术

成果简介:

在工业上常用的镀锌工艺有热浸镀锌、电镀锌、机械镀锌和热喷涂（镀）锌等，其中热浸镀锌约占镀锌总量的 95%，热浸镀锌用锌量在世界范围内占锌产量的 40%，在中国约占锌产量的 30%左右。热浸镀锌因技术成熟、成本低廉成为了应用最广泛的钢铁材料防腐技术。全国批量热镀锌行业的总体特点是：数量多，分布广，产业集中度较低；受到大宗物资运输半径、物流成本的影响，一般有工业基础的省份，都有热镀（浸）锌企业在生产运行。

批量热镀锌行业市场规模巨大，热镀锌加工后的产品可以应用在五金工件、电力铁搭、通信铁搭、铁路、公路防护、路灯杆、船用工件、建筑钢结构工件、变电站附属设施等领域。目前国内批量热镀锌厂集中度较高的区域，基本还是在长三角经济带、京津冀环渤海湾经济带、珠三角经济带，其后在长江流域的川鄂渝、东北地区也有部分集中；随着一带一路的建设拉动，在内蒙古、青海、甘肃、新疆也有大批新建批量热镀锌产线，市场产值规模属千亿元级别。

批量热浸镀锌过程中，含氮废气污染及 Fe 离子造成的浪费一直是行业亟需解决的核心难题。

研究团队形成稀土复盐活化+高温稀土合金化微区控制核心技术手段，克服了单盐助镀工艺突出的漏镀和爆锌难题，实现金属表面活化及高温合金化过程控制，进一步实现了创新技术在批量热镀锌生产过程中的持续稳定运行，可减少 NO_x 烟雾排放 70%以上，节约锌锭 3-5%，从源头上减少了废气排放，并降低了镀锌生产成本。该技术拥有相关授权专利 10 余项，已在 30 余条规模镀锌生产线推广

主要指标:

研发稀土复盐活化+高温稀土合金化微区控制核心工艺，实现新型助镀技术在批量热镀锌生产过程中的持续稳定运行。关键技术指标为：1）平均减少 70%以上 NO_x 烟雾排放，2）平均节约锌锭 3-5%。

适用范围:

热浸渍批量热镀锌行业



333 高纯纳米氧化铈制备技术

技术成熟度:

☐研发阶段 ☐小试阶段 ☒中试阶段 ☐示范工程 ☐成熟应用阶段

项目简介:

本成果实现了超高纯纳米氧化铈的百公斤级批量制备,突破了高配比主元稀土干扰下的痕量杂质的分离极限,解决了杂质引入、痕量相似元素难以深度脱除、粉体放大制备稳定性差等问题,填补了绝对纯度 $>5N$ 的超高纯纳米氧化铈制备国内技术空白。

技术特点:

这里可提供图表(可编辑图表样式), 图片(清晰即可), 文字(限 150 字)

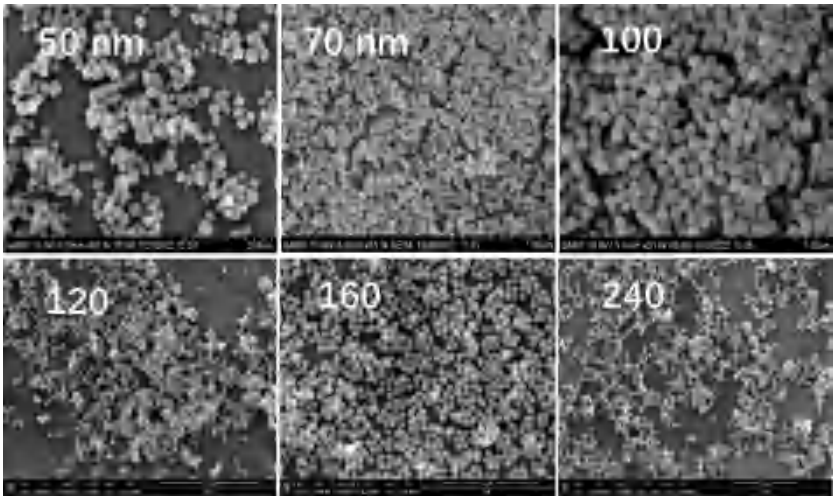
技术优势:

本技术工序简单,易于规模化生产,较制备高纯稀土的传统柱分离法和离子交换法更加高效。

技术指标:

氧化铈绝对纯度 $>99.999\%$, 氧化铈纳米颗粒呈单分散、均匀的球形, 粒径 $50\sim 240\text{nm}$ 可控。





产业化前景分析：

这里可提供图表（可编辑图表样式），图片（清晰即可），文字（限 300 字）当前，绝对纯度>5N 的超高纯氧化铈价格约 100 万元/吨，年市场需求超 1000 吨，经济价值高，具有广阔的产业化前景。

专利及进展情况：

已申请和已授权专利（国内国际）数量。无

合作方式： ☐技术转让

☒许可使用 ☐合作开发 ☐风险投资 ☐面谈 ☐其他

中国科学院 武汉病毒研究所

334 佛手柑素在预防和治疗病毒感染的生物制品中的应用

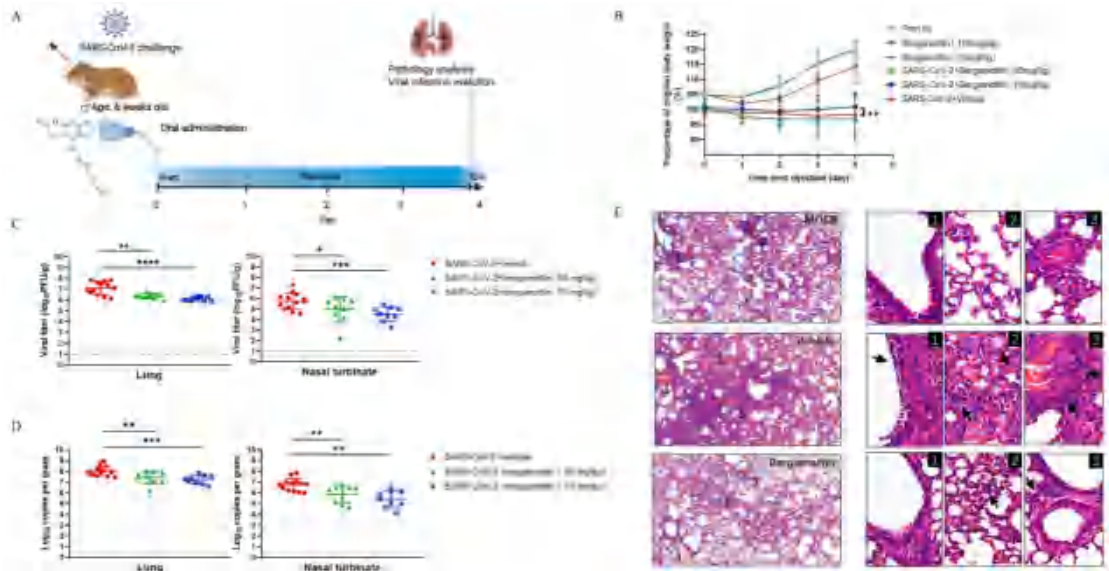
综合介绍：

本成果发现佛手柑素在对抗多种高致病性病毒中有广谱抗病毒作用。对新冠病毒、埃博拉病毒、布尼亚病毒等多种病毒的抑制在细胞上均为微摩尔级别；在动物水平能提高感染动物生存率、降低靶器官中病毒滴度，口服佛手柑素，无毒副作用。

我国居民对佛手柑素及其制品的接纳度很高。而其广泛的存在于柚子和葡萄的果肉中以及果皮中，获取工艺成熟。基于此，设计以佛手柑素为主的生物制品，发展成为广谱的抗病毒药物，为传染病的防治提供生物制剂储备。

技术指标：

本发明提供佛手柑素和蔓荆子黄素在制备预防和治疗沙粒病毒科病毒感染的产品中的应用，佛手柑素和蔓荆子黄素均为中药单体小分子化合物，在无毒性范围内可以有效抑制沙粒病毒科病毒对细胞的感染，填补了目前缺少沙粒病毒科病毒感染治疗的空白。采用佛手柑素和/或蔓荆子黄素为活性成分制备的产品包括药物和功能食品，对沙粒病毒科病毒感染的预防和治疗都具有良好的效果。



佛手柑素抑制新冠病毒感染

(A) 体内研究的实验设计：仓鼠鼻内接种 5×10^4 PFU 的 SARS-CoV-2，连续四天给仓鼠口服 50 mg/kg ($n = 9$) 和 75mg/kg ($n = 9$) 剂量的佛手柑素。连续四天。载体组 ($n = 13$) 以玉米油作为对照。

(B) 每日体重变化曲线。

(C、D) 仓鼠肺组织中和鼻甲中的病毒载量，在感染病毒第四天收获并通过噬斑实验 (C) 和 RT-qPCR (D) 进行滴定。

(E) 仓鼠肺组织切片代表图像。右侧的放大图像中显示了带圆圈的区域：(1) 支气管上皮细胞死亡的严重程度；(2) 肺泡破坏和大量肺泡间隙浸润的严重程度；(3) 肺纤维化的严重程度。比例尺：500 微米。虚线表示检测限。**** $P < 0.0001$ ；*** $p < 0.001$ ；** $p < 0.01$ ；* $p < 0.05$ 。

成熟程度：

☒ 研制 ☐ 试生产 ☐ 小批量生产 ☐ 批量生产 ☐ 其他

合作方式：

☒ 技术转让 ☒ 技术开发 ☒ 技术咨询 ☒ 技术服务 ☒ 技术入股 ☐ 人才培养

应用产业领域：

☐ 新材料 ☒ 生物技术与医药 ☐ 半导体 ☐ 装备制造
☐ 电子信息 ☐ 能源环保 ☐ 现代农业 ☐ 其他

中国科学院 成都生物研究所

335 公园城市生态监测与生态系统生产总值 (GEP) 评估

建立健全生态产品价值实现机制,是贯彻落实习近平生态文明思想、践行“绿水青山就是金山银山”理念的重要举措。全面掌握公园城市 GEP, 将为加快推动建立健全生态产品价值实现机制,有效解决生态产品“难度量、难抵押、难交易、难变现”等问题提供科学依据。

成都生物所相关项目组在区域生物多样性与生态系统服务领域积累了多年研究基础,以龙泉山城市森林公园为抓手,建立了 31 个固定监测样地和 13 套智能微站,通过地面调查、遥感模型等手段,有针对性地筛选了可测量、有代表性的负氧离子、碳汇等 17 项评估指标,科学建立了核算模型,对龙泉山城市森林公园 GEP 价值进行了准确评估,工作成效得到社会各界广泛关注。相关经验积累目前正在进一步服务于成都市公园城市生态监测网络建设与 GEP 价值评估。



公园城市生态监测设备

336 水电工程陆生生态调查与评价技术规范

现今国家对于水电开发中涉及生态保护的技术标准高度重视，为服务地方生态、经济社会发展，成都生物所利用自身在生物多样性研究与生态系统服务领域多年的研究基础与技术积累，作为第一参编单位，完成了《水电工程陆生生态调查与评价技术规范》的编辑工作，为今后国家能源行业开展相关工作提供了有力的技术支撑。



337 新型生物农药伊枯草菌素

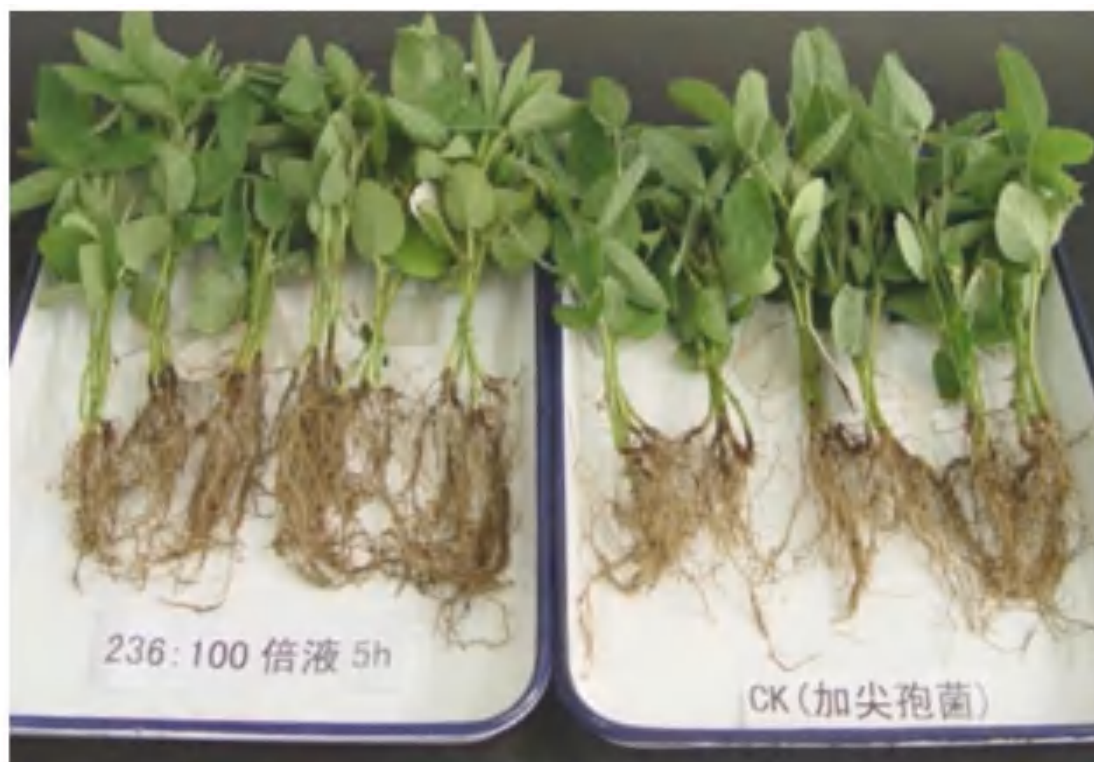
伊枯草菌素是一种广谱高效低毒的植用抗菌肽,对多种植物真菌病害有良好的防治效果。经过多年潜心研制,已选育获得了伊枯草菌素产量效价达到 15000 单位以上的高产菌株;建立了 2 吨发酵罐中试发酵工艺及伊枯草菌素的分离纯化精制工艺技术和分析测试方法,粗品收率达到 76%以上,纯度达到 86%;研制了 12%母药、10%水剂和 2%水剂产品,进行了 2%水剂室内抑菌谱、室内毒力测定、盆栽生测和田间药效试验,建立了田间防治实用技术。

该项成果具有以下创新点:1 高产菌种具自主知识产权,达到国际先进水平;2. 创建了绿色高效的伊枯草菌素 2 吨罐发酵生产和分离提取工艺;3. 研制开发了稳定、高效的伊枯草菌素制剂新产品。



伊枯草菌素防治黄瓜白粉病

伊枯草菌素具有非常广谱的抑菌活性,以伊枯草菌素作为生物杀真菌剂防治辣椒立枯病为例,其二次用药后 7 天防效可达 56%-74%。目前,我国辣椒年种植面积约 2100 万亩,按 10%的种植面积使用伊枯草菌素、每亩施用 3 次计,需伊枯草菌素约 2.6 万吨。此外,伊枯草菌素还可用于水稻等粮食作物和蔬菜等作物真菌病的防治,并可被开发成果蔬采后保鲜剂、环境除霉剂、动物皮肤抗菌剂,其年用量相当大,因此,伊枯草菌素的市场前景将十分广阔,其生产和应用将产生显著的经济、社会和环境效益。



防治大豆根腐病

338 糯小麦新品种选育与产业化

糯小麦含有 98%以上的支链淀粉和小麦独有的面筋营养蛋白, 具有较低的糊化温度、容易变性, 以及具有较高的持水能力、较低的凝沉和老化速度等特点。糯小麦是一种新型的酿酒与食品原料, 可用于开发新型白酒、营养糯质食品等 high 值产品, 改良我国白酒以及现有食品的品质, 并且在制药、造纸、化工以及制衣等领域具有特殊的利用价值, 产业化前景十分广阔。成都生物所通过建立高效的糯小麦新品种分子育种技术, 现选育出一批产量高、抗性好、农艺性状优良的全糯小麦。其中, 中科糯麦 1 号、中科紫糯麦 168 和 中科糯麦 18 已通过省级审定, 中科紫糯麦 168、糯麦 12、白糯麦 17 和糯麦 28 等已获得国家新品种权保护授权。

目前, 成都生物所以育成的糯小麦新品种为主要原料, 已进行新型白酒、全糯麦保健型汤圆及部分糯麦优质型面条等系列产品的开发工作; 尤其深入研究了糯小麦为酿酒原料的酿酒工艺, 并进行了香型改良, 提高产酒率 10%, 可较其他原料降低酿制成本 30%以上。



糯小麦的应用 (已获得糯小麦酿酒相关发明专利授权 2 项)

339 工业废水多尺度调控生物强化处理技术

针对现有工业废水含大量难降解污染物与有毒污染物导致生物处理难、稳定达标难以以及处理成本高等问题,成都生物所深入研究有毒与冲击下环境微生物的胁迫响应机制,选育难降解污染物降解菌与硝化反硝化菌群,并研制出系列环境微生物菌剂与微生物激活促进剂,集成研发工业废水多尺度调控生物强化处理技术。该技术在对现有废水处理设施进行快速诊断的基础上,可根据不同废水中典型污染物与水质水量特征,快速配伍组合环境微生物菌剂与微生物激活促进剂,从提高微生物的污染物降解酶酶活、优化微生物种群结构、优化试运行操作参数、优化组合处理单元与系统等尺度对废水处理系统进行多尺度调控,以达到高效处理、经济运行、稳定达标的目标。该成果获得专利 5 件,四川省科学技术进步奖二等奖、四川省环境保护科学技术奖一等奖等,成果入选《四川省水污染防治技术指导目录》(2019),已成功应用于二乙二醇单丁醚废水、皮革废水、清洗剂废水、米糠高效综合利用深加工生产废水等废水处理工程中,处理效率提高 15%以上,运行成本下降 10%以上。该成果可用于难降解工业废水处理工艺整体方案制定、已建工业废水处理系统效能诊断与提升以及已建工业废水处理系统优化调控运行。



二乙二醇单丁醚废水处理工程



环境微生物菌剂与激活促进剂



清洗剂废水处理工程调控前后对照

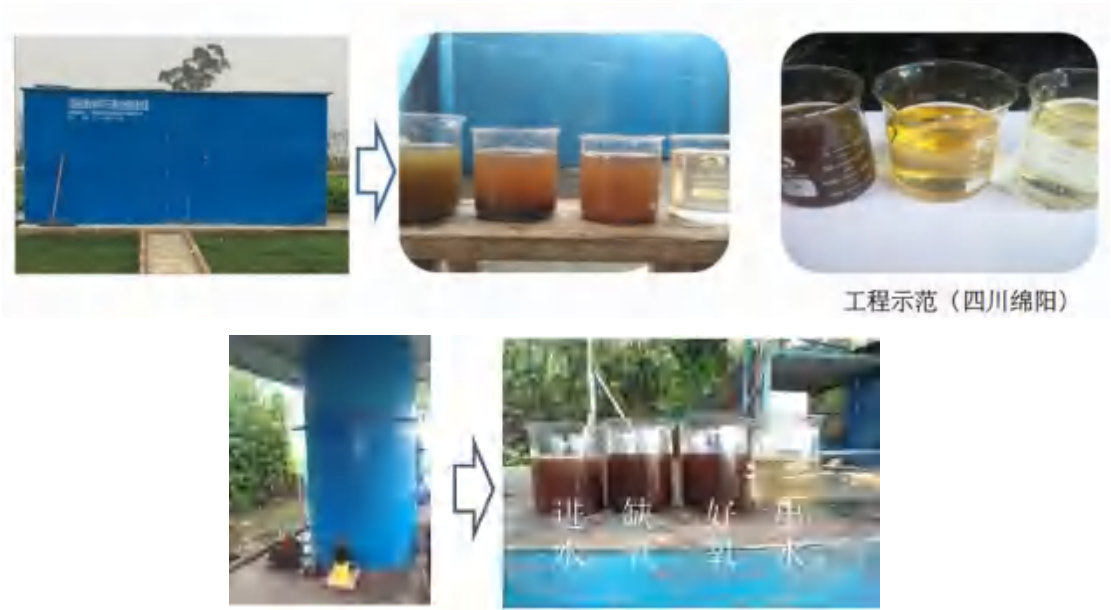
340 生活污水处理系统优化运行技术

由于雨污分离难、水质水量波动大以及高效运行管理难等问题，目前生活污水处理设施存在运行不稳、运行不达标与运行成本高等问题，成都生物所研发了基于机器学习法的进水水质水量模拟预测技术、基于 ASM 机理模型的污水处理工艺模拟技术，研制了微生物代谢活性(SOUR、ATP)在线检测设备，结合污水处理设施现场调研与水质指标检测，研发了生活污水处理工艺快速诊断技术；研究了脱氮微生物在不同胁迫条件下的响应机制，研制出微生物激活促进剂，研发了短程硝化反硝化技术、生物脱氮多尺度调控技术等；并集成研发获得生活污水低成本优化运行技术。该技术申请专利 5 件，已成功应用于 CAST 工艺、人工快渗工艺、折流淹没式生物膜法、A2/O 工艺等的优化运行，如在冬季氨氮去除率提高 20%以上，COD 与除磷效率提高 10%以上，运行成本降低 5~20%。该成果可用于已建生活污水处理效能诊断与升级改造，污水处理设施优化运行等方面。



341 畜禽养殖废水(沼液)达标处理技术

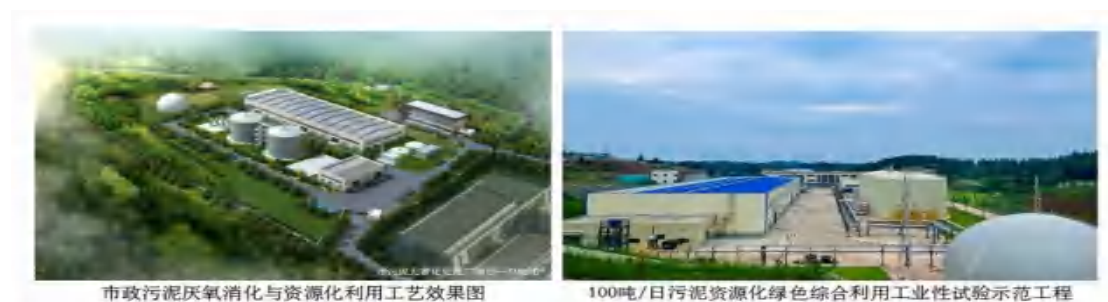
我国畜牧业发展迅速，养殖污染已成为农业面源污染的最大来源，畜禽养殖废水(沼液)产量大、成分复杂，处理系统存在运行启动过程长、稳定达标难、处理效率低以及处理成本高等问题。成都生物所深入研究了脱氮微生物在不同条件下的代谢活性响应机制，研制氨氧化菌剂、反硝化颗粒菌剂与微生物激活促进剂，研发短程硝化反硝化快速启动与稳定运行技术、物化脱色除磷技术等，研制了适用于山区、平原猪场沼液处理的一体化处理设备，并集成研发畜禽养殖废水(沼液)达标处理技术。该技术通过优化微生物种群结构与运行操作参数，形成优化运行方案，并对运行管理人员进行技术培训与远程指导运营，达到提高养殖废水处理效果、稳定性与降低运行成本。该技术已申请专利 4 件，已在四川绵阳、德阳，重庆忠县，江西南昌及云南昆明等地实现工程示范，处理效果提高 15%, 运行成本下降 20%以上。该成果可用于畜禽养殖废水(沼液)处理效能诊断与达标处理，畜禽养殖废水(沼液)处理一体化成套装置设计与工程实施。





342 市政污泥生物转化与资源化成套技术

针对我国市政污泥处置率低、传统处理工艺成本高、投资大及资源利用率低等问题，联合四川能投水务投资有限公司针对遂宁市市政污泥处理项目，研发了以市政污泥(20%含固率)为底物，混合粪便、果蔬等有机废弃物的协同厌氧消化技术。针对厌氧工艺启动慢、产气速率低、沼渣腐熟难及恶臭污染等问题，集成研发原料预处理调配、沼渣强化堆肥、重金属生物矿化、恶臭生物控制等技术配套研制，产甲烷促进剂、快速腐熟菌剂、微生物除臭菌剂等污泥资源化处理过程中所需的技术产品，构建了市政污泥经厌氧处理制备园林用肥的土地利用途径，形成了污泥配料—预处理—厌氧消化—沼气发电—沼渣制肥—污水处理—恶臭治理为主要技术路线的污泥资源化处理全套工艺路线，在污水、废气同时达标排放要求的前提下实现了污泥沼气和肥料化的全流程资源化处理目的。基于以上技术集成，在遂宁市船山区建成年处理 3.65 万吨的市政污泥资源化绿色综合利用示范工程，形成了 100 吨/日市政污泥生物转化和资源化成套技术工艺包，申请相关发明专利 6 件。该技术的成功应用，为我国市政污泥高效清洁生物转化与资源化提供了系统性解决方案，将市政污泥变废为宝，对于全面改善城市人居环境，进一步增进人民群众福祉具有重要意义。



343 γ -聚谷氨酸生物合成工艺优化及应用

聚谷氨酸(γ -PGA)具有优良的水溶性、吸附性和生物可降解性,作为一种环保高分子材料,在农业、环保、食品、化妆品、医药等行业具有广泛的应用前景。 γ -聚谷氨酸既能促根促芽,增加作物的产量,还可以对肥料和水分起到很好的缓释作用,具有显著的保水保肥、增产节肥效果,是一种绿色的肥料增效剂。团队围绕生物资源可持续利用的重大关键技术功能微生物菌(群)构建与利用,聚焦 γ -聚谷氨酸生物合成工艺优化关键技术,开展高效菌种创制、传统发酵技术升级、低劣生物质废弃物制备 γ -聚谷氨酸工艺等研究。创制专利菌种10余株,其中2株分子量超过 $2.5\times 10^7\text{Da}$,达到超高水平;揭示了 γ -聚谷氨酸合成菌株对发酵供氧变化的响应机制,确立了以比好氧速率为核心的发酵调控策略,调控 γ -PGA发酵过程, γ -PGA中试发酵产量提升至 52.6g/L ,较调控前提升83.88%,大幅提高了 γ -聚谷氨酸发酵产量和原料转化率;与四川金象赛瑞化工股份有限公司、四川百川金开生物工程有限公司、四川活升元生物科技有限公司等知名企业联合研发了 γ -PGA肥料系列产品,推广销售3万余吨,辐射应用15万亩果蔬种植。该成果发表论文5篇,授权发明专利6项,完成成果评价1项,以此研究成果为基础,获批国家重点研发计划课题“农村有机废弃物清洁转化高值利用技术与智能化装备研究”资助, γ -聚谷氨酸相关成果申报2022年四川省科学技术进步奖,同时获四川省重大科技转化项目500万元经费支持,未来3年预估经济效益8亿元。



液态发酵设备与产品



固态发酵工艺与产品



γ-PGA新型生物肥料生产线



γ-PGA肥料应用示范

344 资源型环保生态厕所成套技术

资源型环保生态厕所，围绕污染物自净和资源循环利用，借助生态学原理进行设计，利用低成本填料和功能微生物，实现粪污的无水处理和资源化利用，达到节水、卫生目的的同时，改善如厕环境，提升人民生活品质。

团队以川西北、内蒙、甘肃、新疆等地区的厕所改革需求为导向，重点针对高寒、干旱、水资源匮乏的农村旱厕不良卫生状况、粪便无害化及其恶臭污染问题，通过典型生境的特殊筛选培养，获得了专门针对人类粪尿处理的高效优势菌种，构建了环保厕所专用复合菌剂，实现粪便的高效快速腐熟降解，并从源头上减少恶臭产生。粪污发酵完成后变成富含腐殖质的有机肥，可回收制成绿色、经济、环保的农家肥。对以上技术进行集成，形成资源型环保生态厕所成套技术，并在内蒙古、甘肃等地区进行了应用推广，辐射应用到公园、景区、街道等厕所粪污处理。该项目研发了1套生态马桶处理系统，构建出1种粪污处理专用微生物复合菌剂、发明专利3项，完成成果登记2项，获四川省科技进步三等奖1项。成果在四川、内蒙古等干旱寒冷地区进行了应用实践，应用效果良好。



345 微生物除臭菌剂与恶臭污染生物控制技术

针对无组织和有组织排放的恶臭污染问题，创制具有恶臭降解、产酸产香、生态占位等功能的菌株，利用微生物间的协同营养机制，构建微生物除臭菌剂，抑制土著产恶臭微生物的同时，利用功能菌株生长代谢将释放的硫化氢、氨气等臭气组分转化为硫酸盐、硝酸盐等无臭物质，实现恶臭源头控制，综合 OU 去除率达 85%以上。同时开发了适配除臭菌剂的一体化生物滤池、生物滴滤塔和生物洗涤反应器，构建了智能生物除臭系统，对有组织恶臭进行负压收集后集中异位生物处理，对氨气、硫化氢的去除率分别达到 100%和 97.36%。

团队长期开展恶臭污染生物控制研究开发，已获相关发明专利 15 件，获四川省科技进步三等奖 1 项，建成了年产生物除臭菌剂中试生产线，并在长安垃圾填埋场、南充市垃圾填埋场、海南北控水务、遂宁河沙镇污水处理厂、重庆华峰氨纶有限公司等进行除臭工程应用，处理后的恶臭气体浓度均低于国家恶臭气体排放标准。



生物除臭菌剂中试放大线



生物除臭菌剂产品

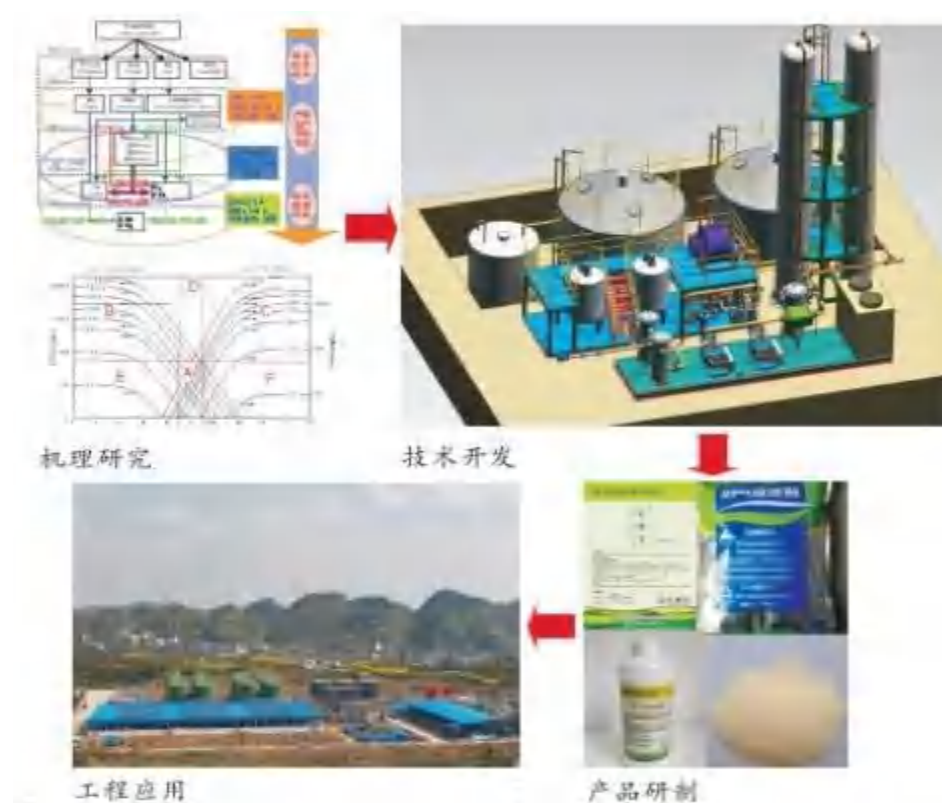


生物除臭工程应用(海南北控水务污水处理厂)

346 多元有机废弃物制备沼气和生物天然气

针对秸秆、粪便、垃圾、糟渣等生物天然气工程技术瓶颈，研发纤维原料强化水解预处理，多元混合原料高浓度厌氧消化、高负荷厌氧消化失稳预警与稳定控制、PSA 变压吸附脱碳等一系列共性关键技术，创制秸秆预处理菌剂、沼气促进剂、等产品，构建生物天然气产业链成套技术体系。

技术成果来源于国家科技支撑计划项目，获省部级科技进步一等奖 1 项、二等奖 1 项，获得软件著作权 2 项，授权发明专利 10 件。研究成果应用于包括遵义年产 1000 万立方米茅台酒糟生物燃气工程、新余 3MW 粪污沼气发电项目、绵阳日处理 100 吨餐厨垃圾厌氧消化工程、非洲布基纳法索 Kossodo 多元原料沼气工程在内的 10 余座沼气或生物天然气工程。



347 含硫化氢气体非接触式碱法生物脱硫

针对沼气和天然气脱硫，选育高效硫氧化细菌，研制脱硫营养液，设计非接触式碱法生物脱硫工艺。技术团队成功掌握了工艺自动化控制要点，控制单质硫形成，避免硫酸盐的生成，减少碱液用量 70% 以上。该技术的特点是硫化氢的吸收和吸收剂的再生分开，燃气与空气不直接接触，安全性较高。尤其适用于对燃气品质中氧、氮等含量要求较高的场合，例如沼气提纯制生物天然气。该技术还可以扩展到含硫酸盐废水处理和烟气脱硫。

技术成果来源于国家科技支撑计划项目，获省部级科技进步二等奖 1 项，授权发明专利 4 件。研究成果应用于常德津市沼气脱硫项目，处理沼气 200-250m³/h，初始硫化氢浓度 37000ppm，脱硫后达到 22ppm。每处理 1 立方米沼气的成本少于 0.04 元。



348 城乡有机废弃物生熟肥料化还田利用

针对厨余垃圾、蔬菜垃圾、园林垃圾、畜禽粪便等城乡有机废弃物，选育高效功能微生物，研制系列化专用腐熟宝，研制快速腐熟与恶臭控制一体化堆肥设备，开发促腐-保氮-除臭堆肥技术，创制生态有机肥、生物有机肥、碳基生物复合有机肥、园林绿化基质、尾矿改良剂、盐碱地改良剂等产品，构建城乡有机废弃物肥料化利用成套技术体系。

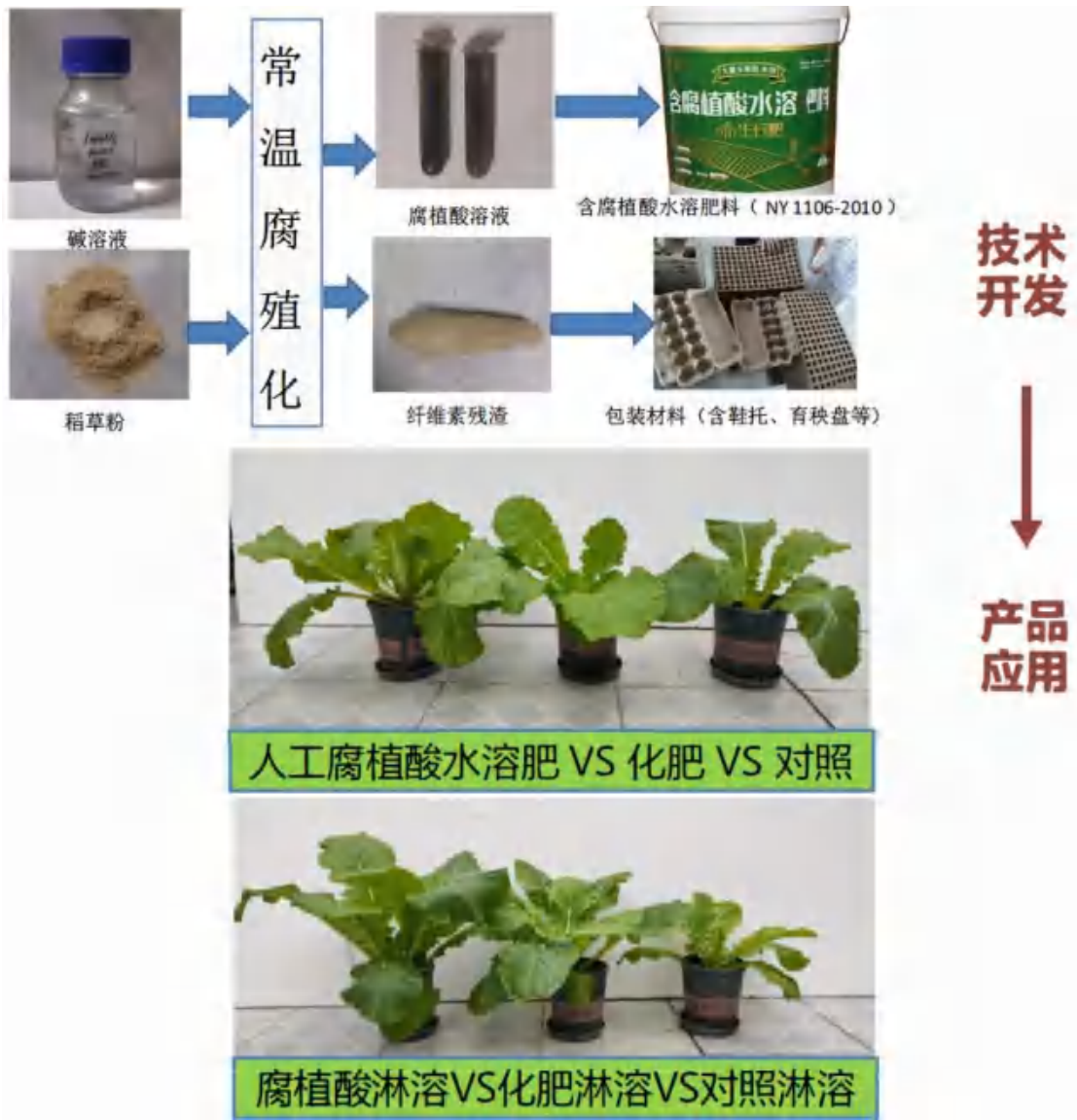
技术成果来源于国家重点研发计划项目，获国家科技进步二等奖 1 项，授权专利 8 件。研发的装备、产品和技术应用于四川宜宾生活垃圾处理、广东博罗生活垃圾处理、双流黄水镇生活有机垃圾就地腐熟肥料化利用、山东民和鸡粪堆肥、包头石拐区尾矿修复、西藏青稞连作土壤改良等项目和工程。



349 秸秆联产腐植酸水溶肥和纤维素包装材料

针对秸秆离田高值化利用，研发秸秆常温碱催化技术，联产腐植酸水溶肥和纤维素包装材料。腐植酸水溶肥具有作物增产、肥料增效、保肥的作用，可以增加土壤有机质和腐植酸含量。

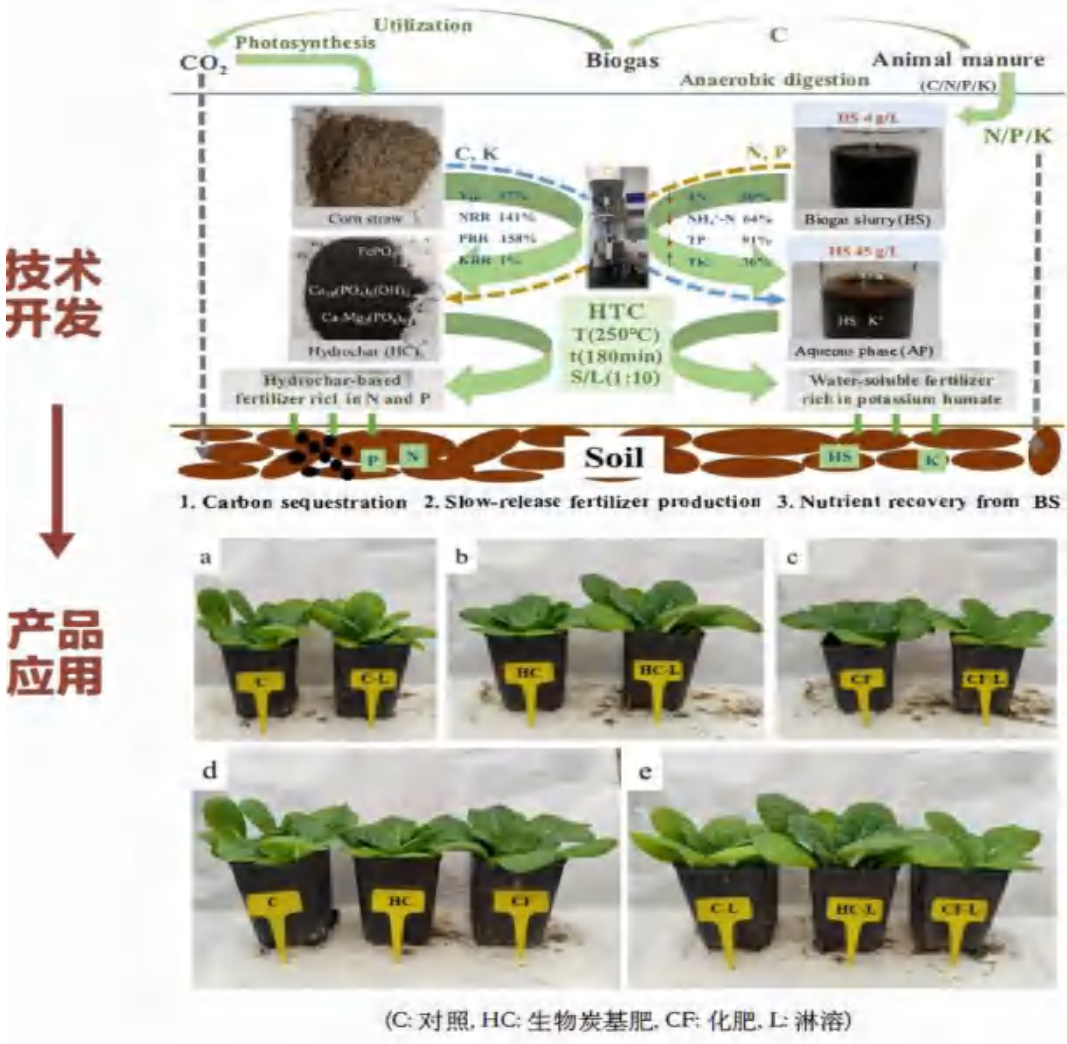
技术成果来源于江西省重大科技攻关项目，该技术获发明专利 1 件，成果应用于江西稻秆的离田利用，该技术实现了秸秆的离田高值化利用。



350 秸秆和沼液混合水热碳化联产炭基肥和腐殖酸钾

鉴于生物炭的固碳、保水保肥、养分缓释、肥力增效、土壤修复(重金属吸附)的作用特点, 提出基于生物炭基肥的农业负排放技术体系, 结合秸秆禁烧和沼液消纳难题, 研发了秸秆和沼液混合水热碳化联产炭基肥和腐殖酸钾水溶肥, 获得富含 N、P 缓释的生物炭基肥和富含腐植酸钾的水溶肥, 同时实现碳封存。

技术成果来源于国家重点研发计划项目, 获发明专利 1 件, 该技术同时解决了秸秆禁烧和沼液消纳难题。

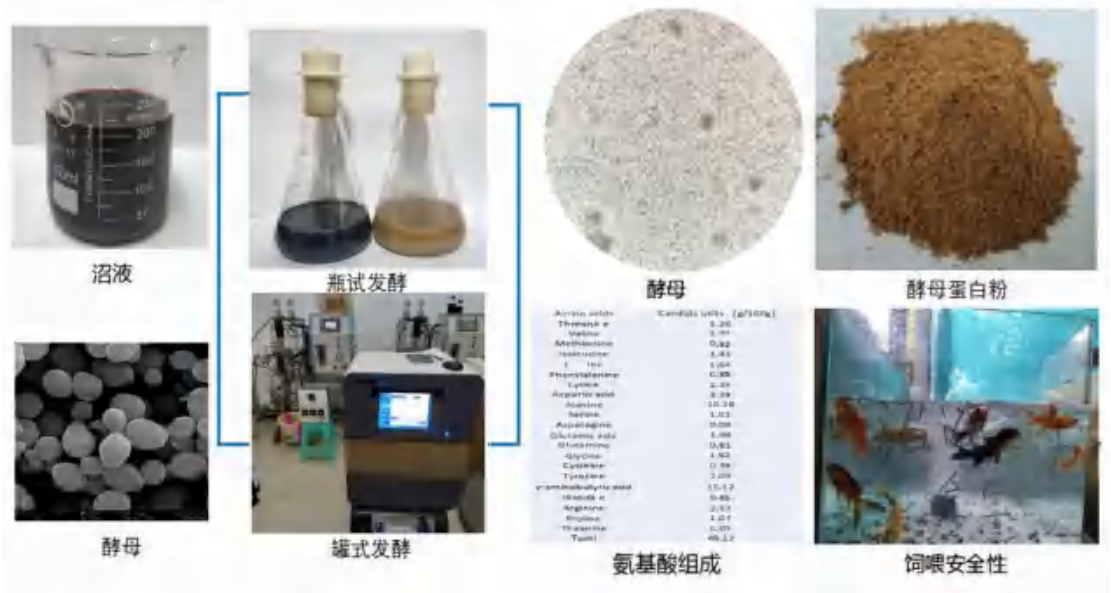


351

高氨氮沼液生产单细胞蛋白饲料

针对沼液消纳困难、当作污水处理浪费资源的问题，提出“氨氮-蛋白氮”一步法微生物转化的经济有效的短流程氮循环利用；与植物源蛋白饲料相比，微生物具有较快的反应器合成速率，无需日照和土地，蛋白含量高，氨基酸种类丰富。目前获得能够利用沼液氨氮产单细胞蛋白的产朊假丝酵母、蜂蜜酵母、白地霉和汉逊德巴利酵母，罐试最大细胞干重为 20g/L, 最大蛋白质含量为细胞干重的 51.62%。

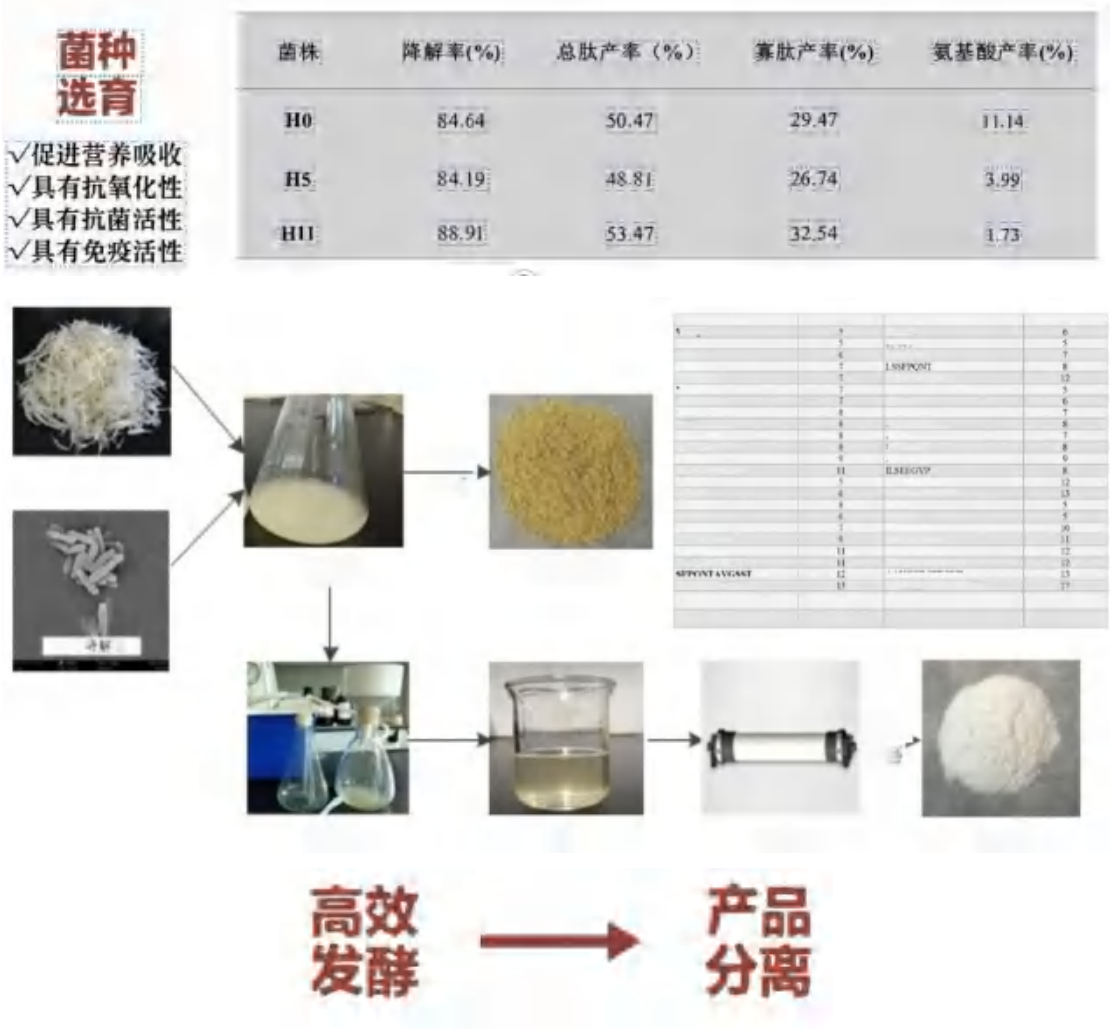
技术成果来源于中科院重点实验室项目，授权发明专利 7 件。该技术打破传统废水脱氮处理的思路，实现氮资源的回收和高值利用，单细胞蛋白饲料可以替代豆粕，从而有效缓解我国大豆依赖进口的局面，降低养殖成本。



352 羽毛微生物降解产寡肽(饲料添加剂)

针对羽毛难降解、利用困难的问题，选育高效羽毛降解菌株，生产羽毛肽粉或高端的寡肽粉。寡肽由 2-20 个氨基酸组成，可不经消化直接被动物体吸收，具有吸收速度快，耗能低，不易饱和等特点，而且不与氨基酸的吸收相竞争，通常作为优质的饲料添加剂。寡肽的支链氨基酸 (BCAA) 比例较高，芳香氨基酸 (AAA) 比例较低，具有较强的抗氧化能力。

技术成果来源于中科院 STS 区域重点项目，授权发明专利 3 件，该技术实现了羽毛的高效降解和高值利用。



353 基于菌种库的优质白酒生产技术

该项目利用我所建立的白酒功能菌种库,应用于传统白酒酿造生产工艺中,以改良酿酒微生物菌群,提高酒品品质,增加经济效益。其具体技术为:利用 HPLC、UPLC-MS、HPLC-HRESIMS、NMR 等现代分离、分析、波谱鉴定技术研究中国白酒的发酵机理;采用分离、纯化等传统微生物学方法和 PCR、DGGE、高通量测序等现代分子生物学的技术手段和方法,从传统工艺中分离选育关键功能微生物;应用固态发酵工程原理模拟传统白酒的发酵条件,研究功能菌株的应用方法。

该技术应用方法简便可行,只需对现有工艺中酿酒微生物菌群进行适当的调整,可广泛应用于浓香、酱香、清香、芝麻香等白酒生产中,以及中国传统发酵食品行业的规范化生产之中。已先后在水井坊、五粮液、泸州老窖、剑南春、北京红星、山东景芝、山东泰山、云南玉林泉、贵州迎宾、贵州毕节碧春、泸州名豪等企业推广,取得了显著的经济效益和社会效益。

成都生物所白酒功能菌种库具备下列特点:

1. 时间长,从上世纪七十年代末至今,历经 40 余年;
2. 专家实力强,历任负责人包括吴衍庸、庄名扬等专家;
3. 纯菌种数量多,包括浓、清、酱、芝麻、凤等等香型,来自全国著名酒企泥、糟、曲等逾 900 株;
4. 应用菌种库的技术日益提高,建立了白酒菌种库功能菌评价方法,能够充分地发挥菌种库的作用。



在酿酒车间开展试验工作



酿酒自动化控制

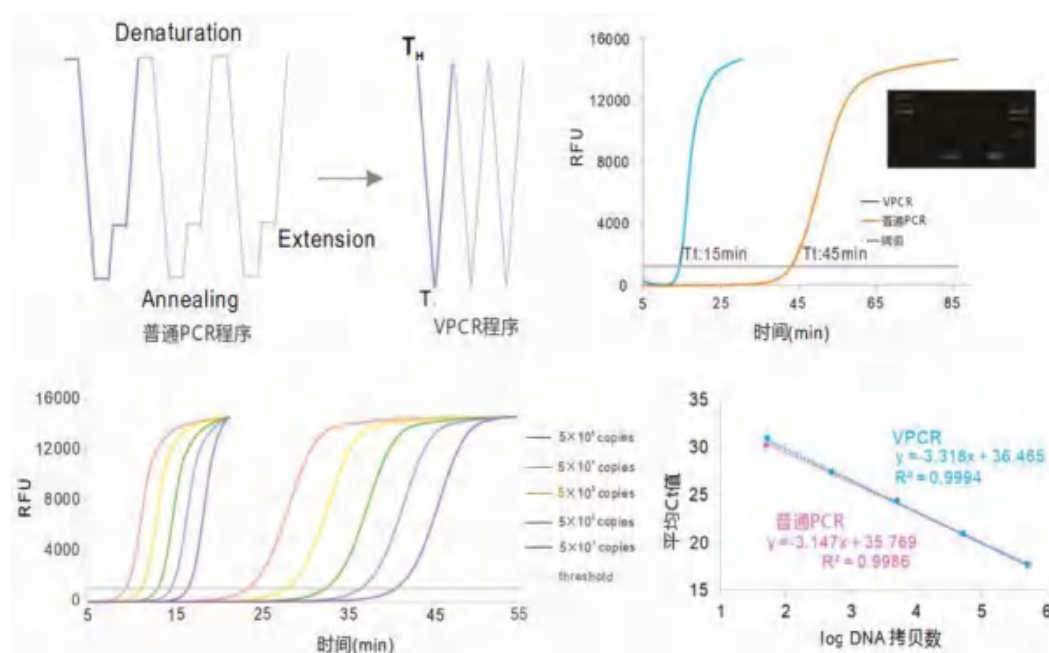
354 用于黄芪注射液的天然来源的 I 类新药开发

临床上已广泛使用黄芪治疗心血管疾病、糖尿病并发症等多种疾病。以现代制剂方法上市的黄芪注射液的临床疗效显著,但其作为中药注射剂的安全性却备受质疑,亟待以单一活性成分为目标的产品升级。黄芪甲苷作为黄芪药材及其制剂中的主要活性/指标成分,虽然药效显著,但由于其水溶性差,导致其胞膜通透性差、生物利用度低、吸收很不好,极差的成药性使其不适合于以单一成分的制剂。国内曾有一些科研机构及制药企业曾以黄芪甲苷为活性单体进行了新药研发的尝试,但最后均以失败而告终。

成都生物所科研人员针对上述问题开展核心技术攻关,对黄芪甲苷进行了水溶性衍生化研究,成功筛选出具有独立自主知识产权的创新化合物(黄芪苷酸, LS-102),为黄芪甲苷分子中葡萄糖基上 C6-羟甲基选择性氧化而成的羧酸衍生物。该项目已获 3 项发明专利授权(乙 L201611166597.2、乙 L202010472785.8、乙 L201711019204.X),涵盖了化合物的结构、制备方法、药学应用等方面,已发表 6 篇直接相关 SCI 论文。通过全面的临床前研究,结果表明黄芪苷酸具有理化性质优、稳定性好、药效强、生物利用度高、安全系数高等优点,特别是其保留了原型化合物多靶点、多途径的药理优势,其良好的成药性成为 I 类新药开发的优秀目标化合物,有望将其开发成用于防治缺血再灌注损伤的注射剂和用于缺血性心脏病的口服制剂,特别有益于心血管疾病合并糖尿病并发症患者的日常用药。

355 超快速基因扩增技术 VPCR

相较于生化、免疫等方法，基因检测应用于现场检测的最大痛点是其检测时间较长，通常需要一个小时以上。成都生物所相关项目组将传统 PCR 经典的三步法(变性、退火、延伸，每个步骤保留时间>10s)以及两步法(变性、退火+延伸，每个步骤保留时间>10s)扩增理论创造性地革新为在高低两个温度点之间不间断地零时停留、往复升降温的新扩增理论，基于该理论的超快速扩增新技术 VPCR 在扩增时间上缩短了三分之二，即以前需要一个小时的反应现在只需要 20 分钟。方法学研究表明 VPCR 这种动态的加热方式不但不会牺牲每次循环的扩增效率，同时在保证与传统 PCR 相当的灵敏度与准确性的前提下，无论是用非特异性的染料法，还是特异性的探针法(如 Taqman)，都可以对目标基因进行准确的定量分析，同时我们还在普通 PCR 仪上创造了 8 分钟完成 PCR 扩增的纪录(Theranostics, 2019, 9, 1572)。该方法也申请了专利保护(201810647599.6)。

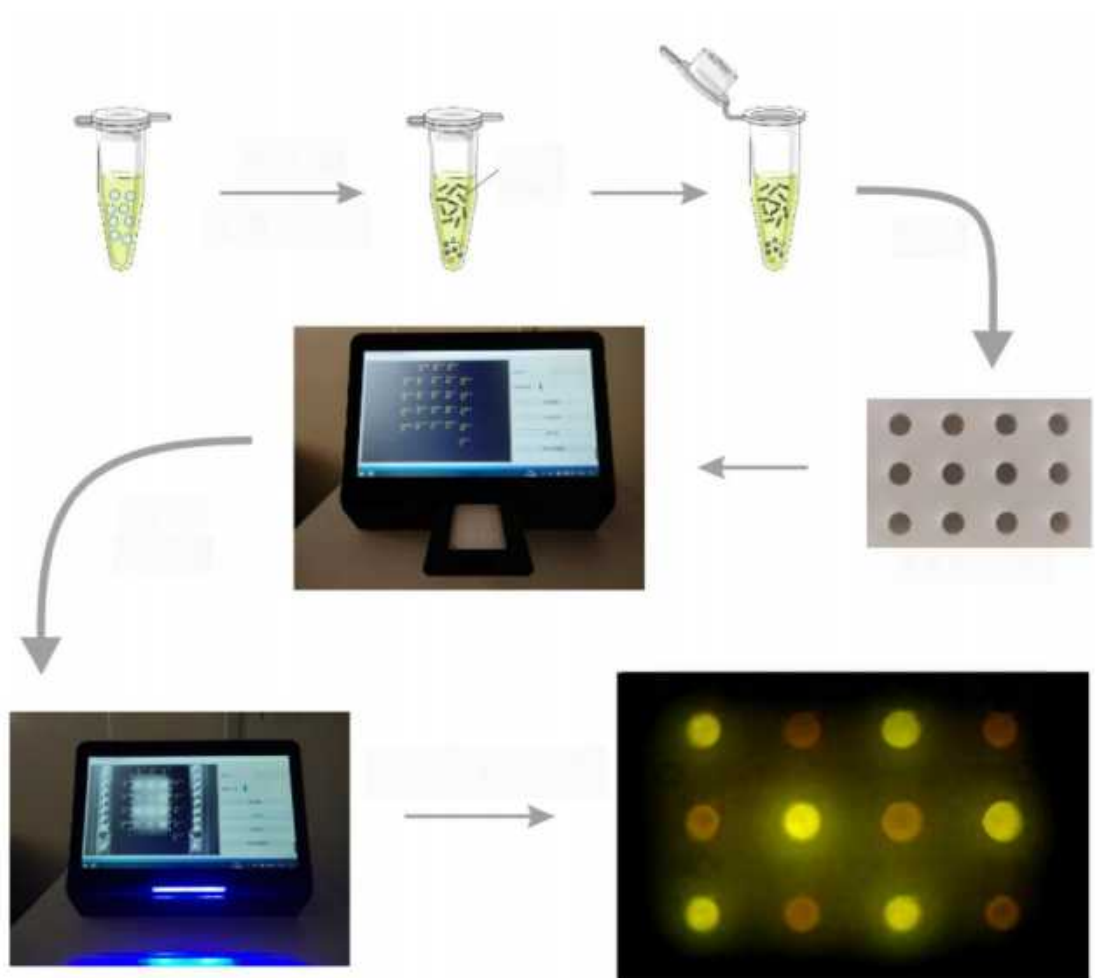


356 等温核酸检测设备

相对于需要反复升降温循环的 PCR 扩增技术，核酸等温扩增技术程序简单、扩增效率高、对仪器依赖程度低，适合用于现场快速检测。但仍存在大量问题亟待解决：技术层面上，存在模板需要预变性、严重的非特异扩增、复杂的反应成分、缺乏序列特异性信号检测方法等诸多问题；应用层面上，等温扩增技术主要通过整合微流控芯片和小型化检测设备来实现现场检测。现有该类设备的低加样体积对于低丰度的核酸样本检测效率低，存在假阴性风险；反应结果需要复杂的分析软件对操作人员具有一定专业要求；基于试纸和微流控芯片的检测方法在稳定性和准确性方面相较于实验室传统的试管内大体系反应还有一定的差距；材料和制造成本很高，在现有国民消费能力的条件下不适合大规模推广。

针对以上等温扩增方法应用于核酸快速检测中存在的问题，成都生物所相关项目组着眼于实验室核酸检测和核酸全自动 POCT 检测之间的过渡领域，开发了一种全新的等温核酸检测设备，与传统实验室试管反应不同，此设备采用全新的平板加热方式，减小仪器体积的同时增加检测通量并降低耗材成本，解决核酸现场检测成本高的问题；将反应试剂预先冻干到各个平板反应孔中，只需通过简单移液加入待检测样本即可进行反应，解决核酸现场检测操作复杂的问题，使普通非专业人士也能轻松操作；设备通过摄像头自动采集反应信号并利用算法对信号进行分析，输出简单直观的检测报告，解决非专业人士终端结果解读的问题。设备小巧便携性高，功耗低，在无电源情况下能持续工作几小时，能真正用于现场进行检测。

通过整合自主研发的基于重组酶的环介导扩增方法与等温核酸检测设备，全面覆盖了 DNA、RNA、SNP 位点等核酸检测类型，结合自主研发的核酸样本易提液，建立了核酸现场即时检测的通用平台，推动核酸现场即时检测在临床急诊、传染病监测、食品安全等方面的实际应用。此平台也为核酸现场即时检测技术的相关研究提供新的思路与方法。在实践应用方面具有创新性。



357 单碱基突变 SNP 的现场即时检测

药物基因组学的核心内容为研究基因序列变异与药效及安全性的关系,为高效、特效药物的研究以及为患者或者特定人群寻找安全有效药物并制定个性化用药方案提供科学和技术支撑。单碱基突变(SNP)是药物基因组学新一代的遗传标记物,同一药物对于不同 SNP 基因型的人群可能存在特效、低效、无效甚至毒副作用等多种不同效应,因此,寻找药物相关 SNP 并对其检测,可有效指导用药方案,避免药物的毒副作用,增加治疗成功率。

成都生物所相关项目组基于 LAMP 扩增体系,通过引入简单特异性的 loopprimer 杂交探针,将 SNP 的识别与对 LAMP 反应的增强效应联系起来发展了 PE-LAMP 体系,实现了一步等温可视化 SNP 分型方法(Theranostics. 2019;9:3723)。

为了验证该方法对真实样本基因分型的可行性,我们利用 PE-LAMP 作为可视化报告方法,对不同个体的唾液样本进行了基因分型检测,结果表明:PE-LAMP 能够成功用于氯吡格雷个性化用药相关的 SNP 位点的分型,且分型结果能够通过比色分析的方式呈现。PE-LAMP 具有简单、成本低廉的独特优势,非常适合于资源紧缺地区的非集中化医疗,为疾病特别是重大疾病提供个性化用药指导,在提升治疗效果的同时降低医疗成本。目前已经为该方法申请了专利(201910469857.0)。

358 基于 CRISPR 的肿瘤标志物快速检测

肿瘤的精准治疗是当前精准医学领域的重要部分,开发肿瘤标志物的快速检测方法不仅有助于肿瘤的早期诊断,也能够帮助新型抗肿瘤药物的开发。瓣状核酸内切酶 1(FEN1)是一种结构特异性的核酸酶,广泛参与细胞中 DNA 的复制与修复。近年来,研究证实 FEN1 与多种疾病的发生发展密切相关,可以成为多种癌症诊断以及预后的生物标志物。此外,FEN1 也被视为潜在的药物靶点,开发其抑制剂有望用于多种癌症的治疗。

成都生物所相关项目组基于新兴的 CRISPR 系统,结合转录和扩增技术,构建了转录激活的 CRISPR 信号放大体系 (TRACE),将 FEN1 的特异性剪切信号转化为基于 CRISPR 的探针剪切信号,实现了一管法 FEN1 活性的快速检测 (Analytical Chemistry. 2022;94(39):13549-13555)。为了验证该方法对真实样本 FEN1 活性的检测,我们利用 TRACE 对不同类型的细胞裂解物样本进行检测,结果表明:TRACE 能够成功用于多种细胞提取物的检测,且具有很高的灵敏度。此外,将 TRACE 用于抑制剂的筛选证实了该方法可以用于 FEN1 抑制剂的筛选。TRACE 具有简单、快速的独特优势,非常适合于一些核酸修复蛋白相关的检测,并可用于抑制剂的筛选,在实践应用中具有很大前景。

359 基于新型等温扩增技术 RALA 的中药材鉴定

随着对于中医药的重视，中药材原料的需求与日俱增，当前中药材原料市场面临着很多药用原材料以次充好，甚至以假乱真的挑战。开发精确有效的鉴定方法对于确定中药材的真实性，维持中药材市场的稳定以及保障中药材临床疗效具有显著意义。以 DNA 条形码为主的中药材鉴定技术成为当前中药材真伪鉴定的研究热点。开发高效、快速、设备依赖程度低检测技术对于中药材的鉴定具有重要意义。

成都生物所相关项目组基于具有自主知识产权的等温扩增技术 RALA, 结合核酸染料及 pH 指示剂构建了适用于实验室的实时荧光等温扩增技术平台以及适用于现场检测的可视化等温扩增平台，实现了对 5 种贝母原材料的真伪鉴定 (Frontiers in plant science. 2022;13:948879)。RALA 技术具有成本低廉、扩增效率高、特异性好等特点，非常适合于资源紧缺地区的中药材现场鉴定，具有很大的实际应用潜力。

360 苯丙氨酸解氨酶催化生产手性 L-苯丙氨酸及其类似物

手性氨基酸是合成各种生物活性天然产品、药物和农用化学品的基本砌块，其市场需求与日俱增。因此，开发工艺简单、对映体选择性高、收率高的非天然手性氨基酸生物催化合成技术，对于氨基酸产业升级和相关产业的发展具有重要意义。

以苯丙氨酸解氨酶(PAL)生物催化的方式生产非天然手性氨基酸具有显著的原子经济性、良好的成本效益和环境友好性。以反式肉桂酸(类似物)为底物，在大多数情况下，具有绝对的立体选择性，产物的理论得率为100%(图1)。PAL催化的另一优势是反应体系简单，同时该酶与水 and 无金属条件兼容，且具有不需要保护基团的显著优势，特别适合作为工业生物催化剂。但是由于酶源的限制，目前已实现工业生产的产品屈指可数。我们目前已获得了催化功能多样化的优异酶源，已对其中一个优异酶源 LsPAL3 进行蛋白质工程改造，大大提升了催化性能。

在实验室规模上，我们获得的自主知识产权酶 LsPAL3 显著高于已有酶源的催化性能。对近10个底物的催化浓度达到50-100g/L, 转化率90%以上，产物 ee 值>99%, 这些指标已达到应用标准，具有良好工业化前景。成本方面，以表1中 L-3-(2-呋喃基)丙氨酸和 L-邻-氯-苯丙氨酸为例，产物的价格为原料的20倍左右，因此具有巨大的利润空间。目前研发阶段已基本完成，后续可针对目标产品继续开展蛋白质工程改造工作，进一步提升催化性能，从而提升产品的经济效益。

国家纳米科学中心

361 分布式电解水制氢设备

（所属领域）氢能

一、技术简介：

传统工业氢气尽管产量很大，但大多数氢能仍需要通过储存、运输等间接方式为企业所用，由于铺设管道或储运问题，用氢成本一般超过 30 元/公斤，在使用氢气钢瓶情况下用氢成本甚至超过 100 元/公斤，这极大增加了企业的用氢成本。分布式电解水制氢设备具有高灵活性和强适应性，能满足小型化产业对氢能的即产即用需求。本技术开发的高效非贵金属纳米电极用于分布式电解水制氢设备，具有低成本、绿色运行与高效能优势，有望成为降低产业用氢成本的理想解决方案。本装置核心是开发了高效非贵金属纳米电极，具有低槽压和低能耗的优异性能。该技术电极成本约为 50 元/m²，工作电流密度可达 1 A/cm²，电解槽制氢能耗不超过 4.0 千瓦时/立方米，在电价不高于 0.3 元/度的条件下，实现电解水制氢直接成本不高于 20 元/公斤，具有显著的成本优势和广泛应用前景。



图 1. 非贵金属纳米电极用于分布式千瓦级电解水制氢设备。

郑州中科新兴产业 技术研究院

362 离子液体法 CO₂捕集新技术

中国是 CO₂ 排放大国，年排放总量达 100 多亿吨，实现国家双碳目标，发展碳减排技术成为必由之路。离子液体具有极低的蒸汽压、低腐蚀性、稳定性好、阴阳离子可设计等独特优势，成为新一代低能耗 CO₂ 捕集技术。我们提出了基于多因素的离子液体设计方法，设计合成了系列高性能的功能离子液体，针对天然碱尾气，建设了 100 Nm³/h 气体分离侧线平台（图 1），CO₂ 捕集率 > 90%，解吸气 CO₂ 含量 > 99%，平均再生能耗较 30%MEA 溶剂体系降低 30% 以上，为该技术工业化奠定科学基础。

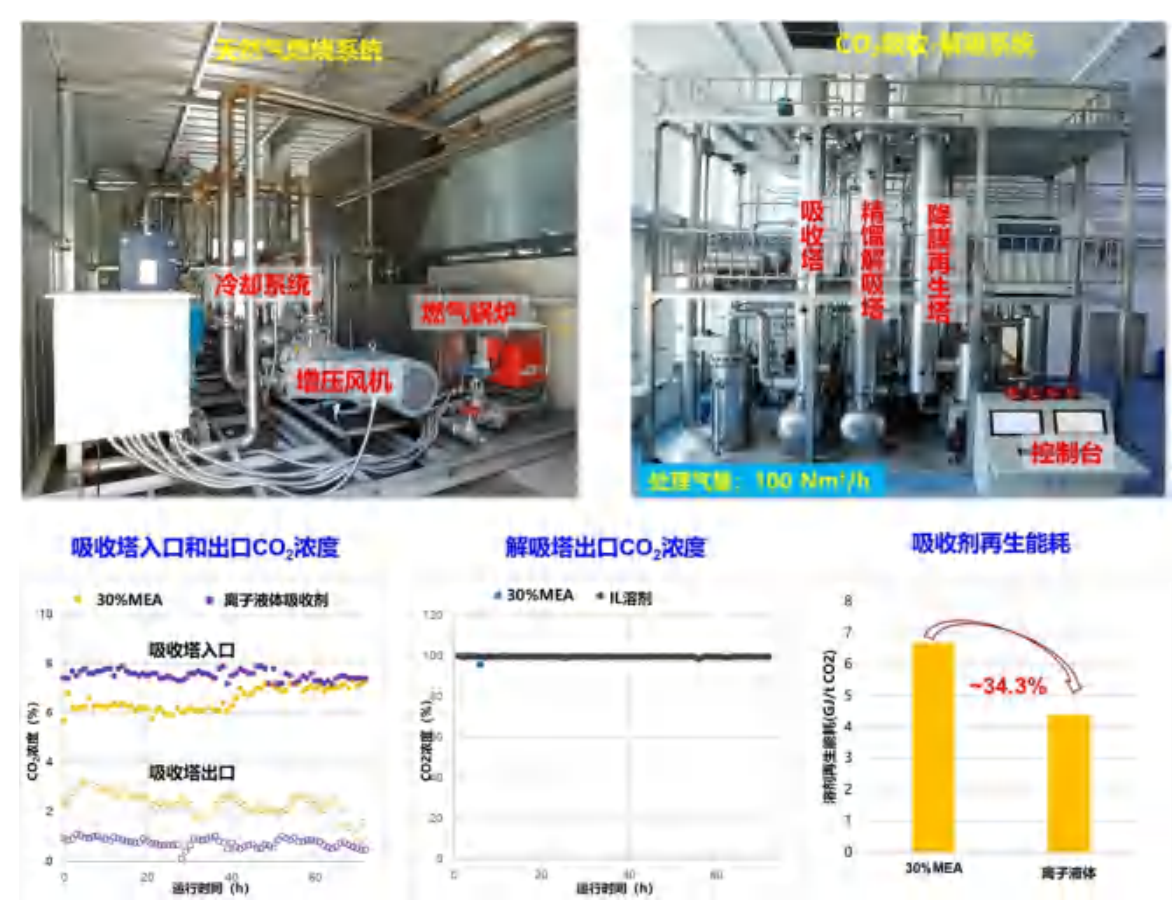


图 1 离子液体法 CO₂ 吸收-解析吸侧线平台

363 离子液体法含氯挥发性有机物 净化回收新技术

针对现有含氯有机废气净化回收方法存在的产生二次污染、物耗能耗高、运行成本高等问题，提出离子液体法 C1-VOCs 净化回收新工艺，在深入认识离子液体与二氯甲烷微观相互作用的基础上，设计得到了满足工程应用的功能离子液体吸收剂；建立了准确预测离子液体液膜流动行为及传递性质的新模型和新方法，为离子液体吸收分离 C1-VOCs 过程中关键设备的设计和放大提供理论基础。设计了离子液体法多级吸收-解吸工艺，对工艺全流程模拟优化，获得优化的工艺参数，为工业试验装置运行提供支撑。在实验室搭建了 $1 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 吸收-解吸连续评价装置，对离子液体法含氯有机物分离技术进行连续评价。基于此，建成了 40 万 $\text{Nm}^3/\text{年}$ 离子液体法含氯有机物净化回收侧线装置，实现装置连续稳定运行和有机废气中 C1-VOCs 高效回收，回收率 $>99.9\%$ ，回收 C1-VOCs 纯度 $>99.7\%$ ，经处理后有机废气中 C1-VOCs 浓度 $<30 \text{ mg}/\text{Nm}^3$ ，实现达标排放。

通过实验室技术研发和工业侧线运行，获得了离子液体法含氯挥发性有机物净化回收新技术，可实现含氯挥发性有机废气净化达标排放，同时回收得到高纯含氯有机物实现资源化利用，具有较好的经济和社会效益。



图 1 $1 \text{ Nm}^3/\text{h}$ 离子液体法含氯 VOCs 吸收降膜解吸连续评价装置



图 2 40 万 Nm^3/h 离子液体法含氯 VOCs 净化回收侧线装置

364 合成氨循环气氨分离回收低碳关键技术

本项目针对合成氨循环气中氨分离能耗高的问题，开发出高压下氨高溶解、高选择性、高稳定性的离子液体吸收剂，突破离子液体高压气液流动-传递规律、吸收-解吸关键设备内构件强化设计、工艺流程集成优化等关键瓶颈，设计与之匹配的吸收-再生关键设备，对全系统进行优化集成及工艺包编制，形成离子液体法循环气氨分离回收绿色低碳新工艺。建成离子液体法 15 Nm³/h 高压氨分离连续评价装置并稳定运行，实现循环气 NH₃ 浓度<1%(进气 5%)，减碳 20%。推动合成氨行业的绿色低碳变革，提高我国合成氨行业在国际上的竞争力。

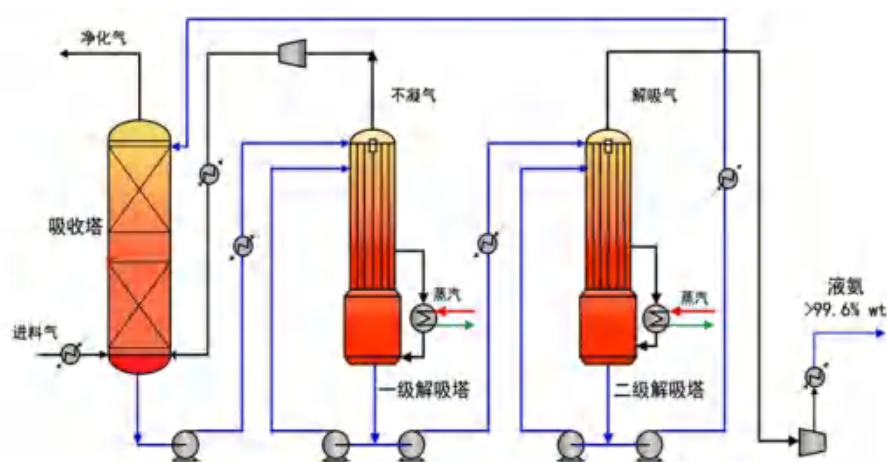


图 1 离子液体法循环气高压氨回收低碳工艺



图 2 15 Nm³/h 高压氨分离连续评价装置

365 生物基高性能尼龙 5X 的合成及规模制备技术

尼龙 5X 是国际公认替代尼龙 66 的新一代材料，预计可替代尼龙 66 约 30% 高端市场、40% 纺织品市场、10% 工程塑料市场，未来国内尼龙 5X 年消耗量将达到 156 万吨，市场规模 400 亿元。尼龙 5X 产业化的关键难题有：1) 尼龙 5X 盐中仍存在痕量杂质，影响后续聚合物色泽及力学性能；2) 传统熔融聚合过程耗能高、可控性差，聚合过程再现性差，而且产物易发黄。

本团队开发了尼龙 5X 盐结晶新工艺，有效解决了二元胺/二元酸单体中残留的痕量杂质，核磁结果显示尼龙 5X 盐纯度 $\geq 99.9\%$ ，粒度均一、色泽良好。建立了尼龙 5X 耦合聚合新方法，成功制备了尼龙 56、高温尼龙 5T/56、长链透明尼龙 510，相对粘度范围为 2.0~3.2，性能参数指标均与市售石油基尼龙 6X 产品相当。自主研发生物基尼龙 5X 抑菌功能纤维，抑菌率 $>99\%$ ，具有显著的抑菌效果。项目团队已完成吨级尼龙产品生产平台的搭建与调试，目前正在开展高性能尼龙 5X 的规模化生产。

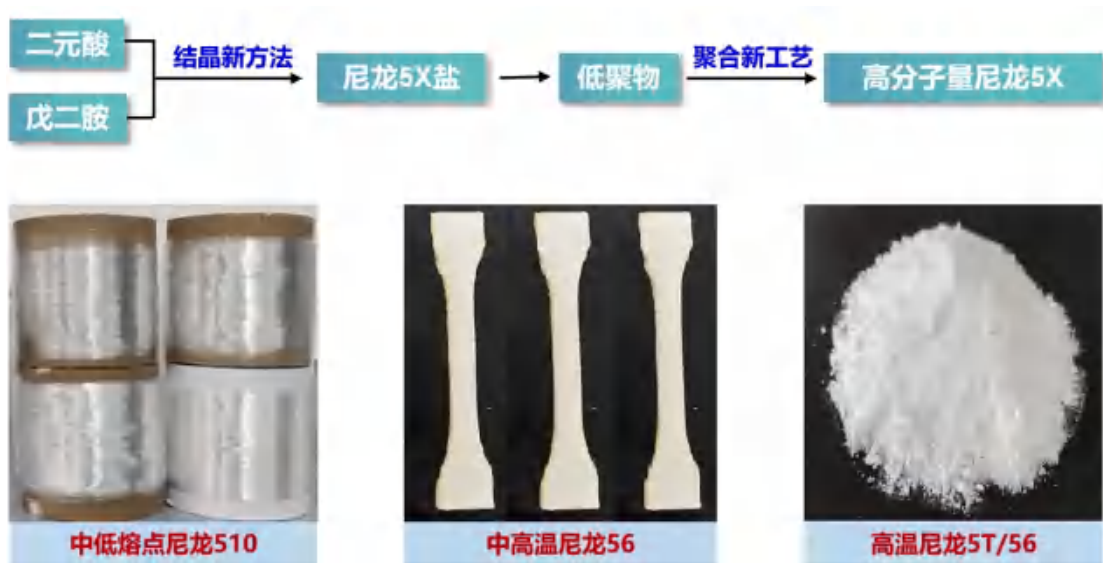


图1 尼龙5X制备路线及产品展示

366 PMMA 液态热塑性树脂及复材制备技术

技术简介及特点:

热塑性树脂可以回收循环利用,是连续纤维增强复材领域未来发展的方向。PMMA 液态热塑性树脂,常温粘度可在 50-10000 mPa.s 区间,固化时间可在 1 分钟到 10 小时。浇注体固化后,拉伸强度 60-100 MPa,拉伸模量 2800-3300 MPa,弯曲强度 100-120 MPa,弯曲模量 3000-3200 MPa;连续玻纤增强复材 0 度拉伸强度 1000-1400 MPa,模量 30-50 GPa;90 度拉伸强度 45-55 MPa,拉伸模量 13-15 GPa。树脂可根据复材产品需求,分别应用于真空灌注、拉挤、缠绕、模压等产品制备流程。所得复材产品可在退役后实现纤维与树脂的完整分离,操作简易,成本低廉。

产业化前景分析:

PMMA 液态热塑性树脂既可单独用于有机玻璃透明产品的浇注成型,也可用于制备连续纤维增强轻量化复材用于风电叶片、汽车、高铁、飞行器、游艇船舶等复材产品。产品耐候性强,可循环利用,有望在未来取代热固性环氧树脂、聚氨酯树脂和不饱和树脂,年用量有望超过百万吨级。

专利及进展情况:

一种部分交联 PMMA 及其复合材料的制备方法。专利号:ZL 2022 1 1544738.5。

一种连续纤维增强 PMMA 复合材料及其制备方法。申请号:202310013104.5。

一种 PMMA 热塑性树脂/纤维增强复合材料的回收方法。申请号:202410625070X。



图1 PMMA/玻纤冲锋舟



图2 PMMA 新型轻质芯材

367 高效钙钛矿光伏及大面积组件关键技术

项目简介：

作为当前最具产业化实力的新一代光伏技术，钙钛矿太阳能电池发展迅速，在短短十年间效率已与晶硅持平。相比传统光伏，钙钛矿太阳能电池具有效率高、成本低、产业链短、工艺简单等显著优势，是当前国际光伏的前沿研究及商业化热点领域，被认为是最具有产业化实力的新型太阳能电池，具有广阔的应用前景及强有力的市场竞争力。

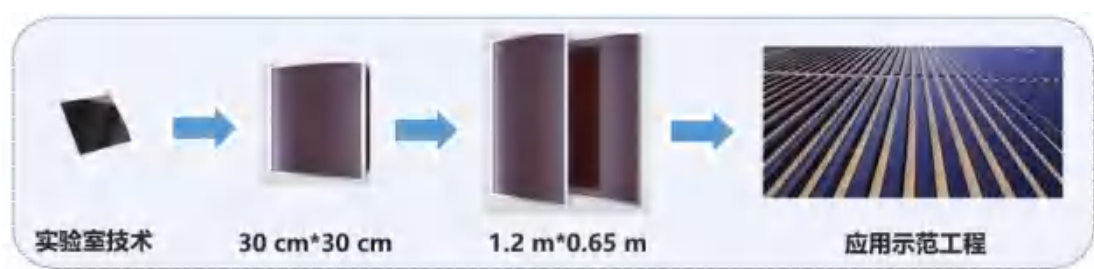


图1 大面积钙钛矿光伏技术

技术特点：

以解决当前钙钛矿太阳能电池产业化的瓶颈难题为核心，以开发高效稳定的大面积成套技术为目标，开发了精准调控的高效稳定吸光层、电子传输层及复合电子传输层、钝化层等系列关键材料及核心技术，显著改善了钙钛矿薄膜缺陷，实现了高质量钙钛矿薄膜制备、显著提升的光电转换效率及稳定性。相关成果发表 Chem Soc Rev, Angew, Adv Mater 等国际知名期刊 70 余篇，获得国际学术界高度评价。

示范与应用：

目前已攻克钙钛矿太阳能电池系列关键材料及技术，建成了大面积钙钛矿光伏中试研究平台，成功攻克了 30cm*30cm 大面积钙钛矿薄膜的均匀制备技术、30 cm*30cm 大面积钙钛矿组件的制备技术，实现了从实验室小面积向 900cm² 大面积组件的跨越。以新技术突破、面积放大、组件集成、大规模应用为思路，当前致力于合作建设 MW/10MW 级产线及 1.2 m*0.6 m 商业尺寸大组件的规模制备，为加速产业化及我国光伏产业技术升级提供强有力的技术支撑。

中科谱光(郑州)应用 科学技术研究院

368 智能立体冷库

依托中科谱光研究院核心团队技术优势，锚定冷链物流行业痛点，联合中科院相关院所及行业领军企业，着力研发的“恒温恒湿、冰温保鲜、智能高效、绿色节能”等国际领先的智能立体冷库技术，拥有百余项国家专利，目前该核心技术已完全应用数十个项目。

核心技术：

国际领先恒温恒湿技术相较于传统冷库库温差波动大的缺点，智能冷库温差可控制在±0.1℃内，同时冷藏空间湿度恒定到约 90%，并且无温度分层。远超国内冷库恒温标准规定±2℃温差，力压国际领先国家日本的最高±0.5℃温差。

国际领先超低能耗技术耗电量相比国内企业平均节省 90%以上；和英国、日本对比节能 60%以上。

国际领先超长保鲜技术智能冷库相对于传统冷库，不仅控制生物学变化，还控制物理变化（冰晶增长、水分转移）。通过适当的调节果蔬保鲜参数，可延长保鲜期 10 倍以上。

首创单极单一 CO₂ 制冷技术无需氨、氟利昂，做到了安全、环保、无污染。



图 1、成功案例：中韩（长春）国际合作示范区冷链物流产业园



图 2、各类果蔬保鲜期跟踪



图 3、一般冷库与智能冷库存放一年半的猪肉对比（央视报道）

369 高光谱文物修复

高光谱检测属于无损、非接触式的检测，为字画等文物的鉴别和数字化存档提供高科技支撑。这一点，高光谱遥感和文物古迹保护不谋而合，将高光谱遥感和文物古迹保护有机的结合起来，是现代科学技术发展的趋势。

进行文物表面颜料的识别与提取、文物现状信息留存、隐含信息的增强与表达、地下文物的探测与识别等工作，为文物生产年代、文物材质、文物修复痕迹等鉴别提供依据。

与故宫博物院共同探索高光谱技术在书画文物保护中的应用

国内首套摆扫式地面成像光谱仪

世界上最大的文物检测高光谱扫描成像系统

故宫博物院文物修复重点项目

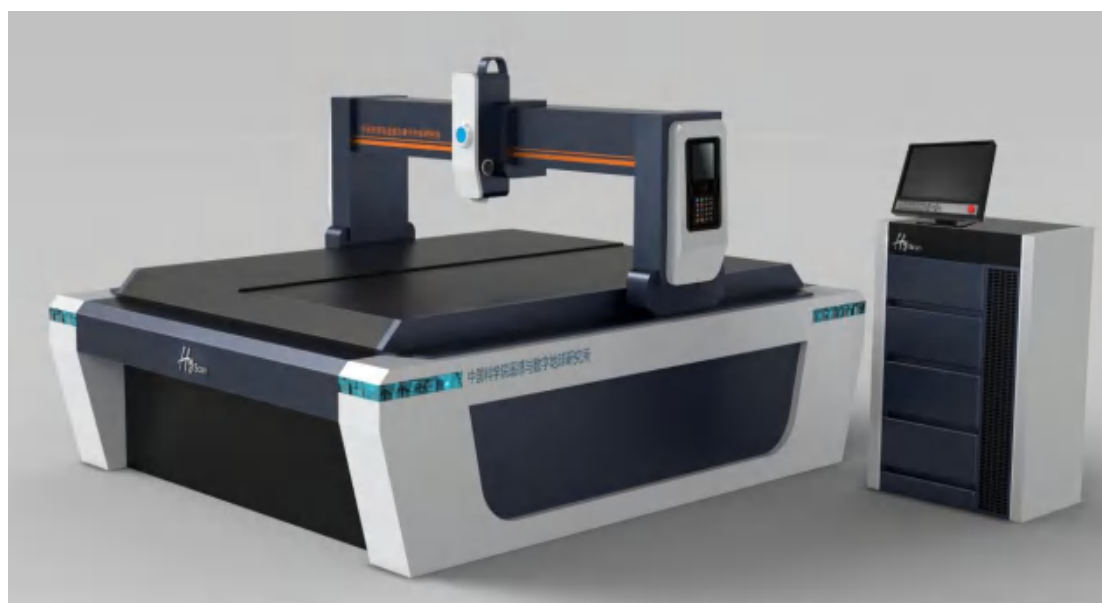


图 1、文物高光谱成像自动扫描系统



图 2、利用光谱成像技术提取古画隐藏信息结果图

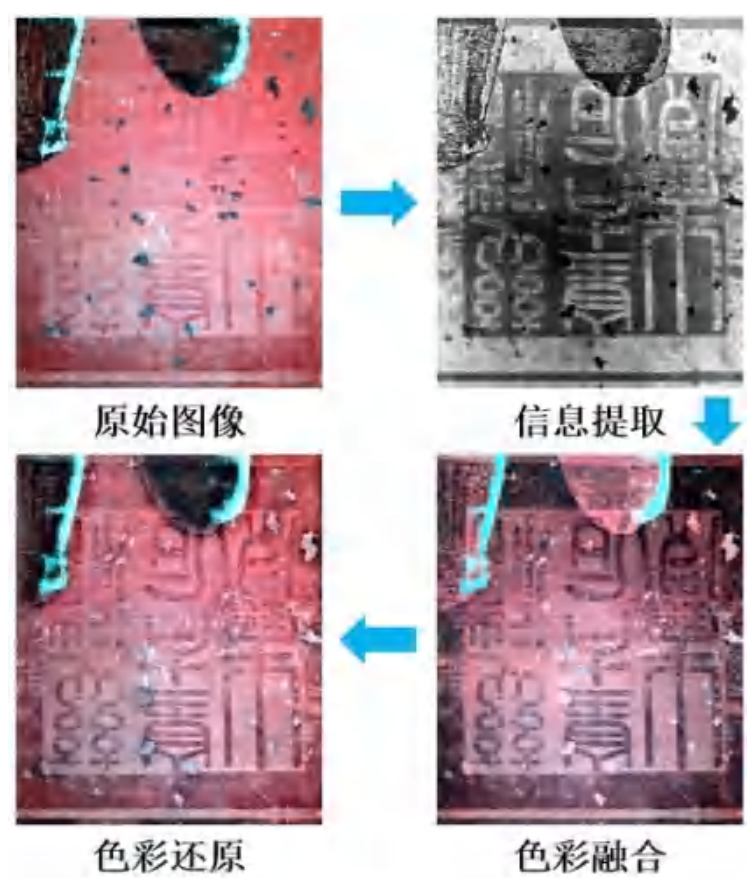


图 3、古字画印章提取结果

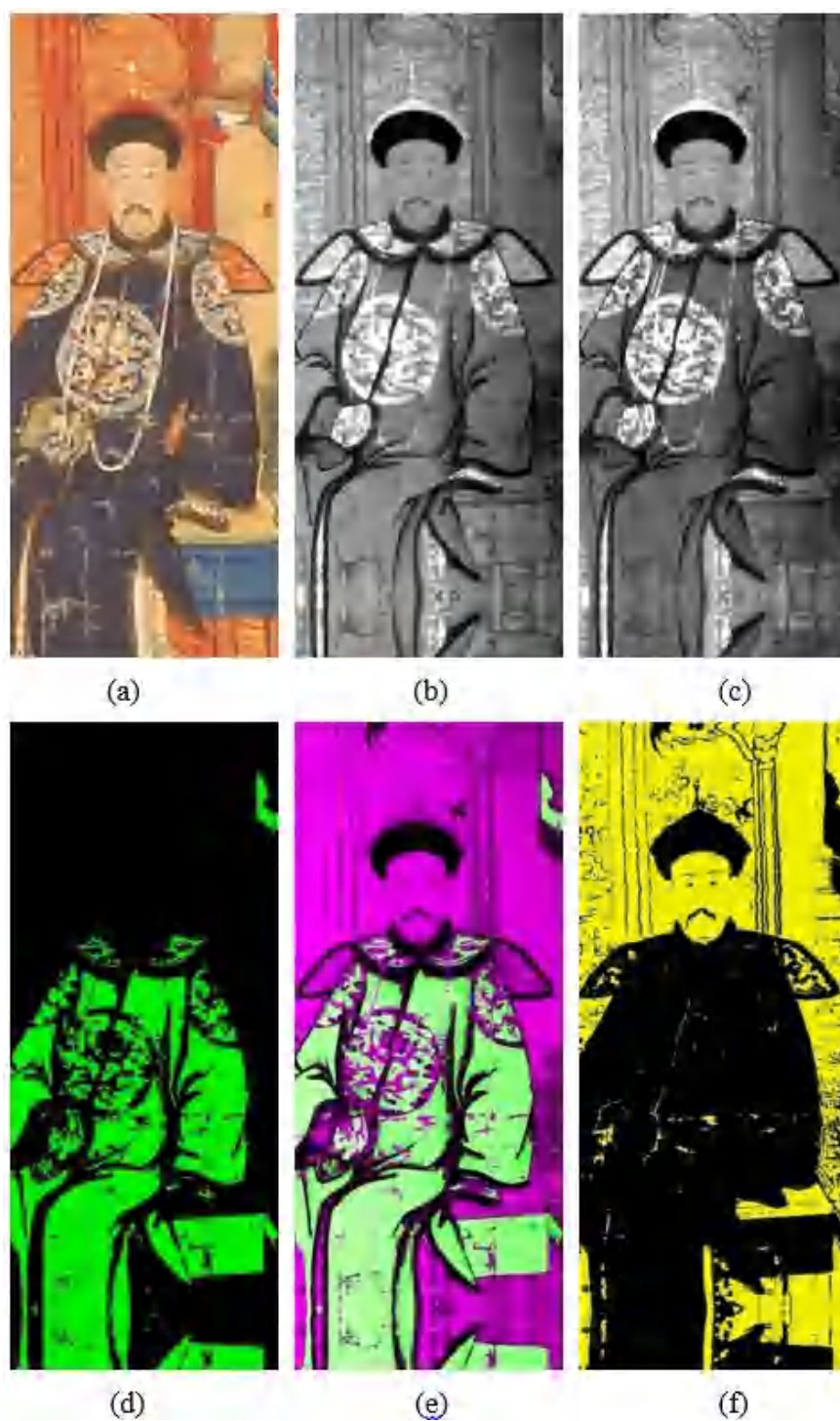


图 4、衣服颜料（石青）及背景的光谱角技术提取结果

370 高光谱智能水质监测系统

通过高光谱分析云服务平台进行水质指标实时计算与推送,满足河流、湖泊、水库、入河排口、污水处理厂等不同场景的实时在线监测需求,面向环保水务等部门提供水质日常监测、应急预警、污染溯源等应用服务。

优势:

24 小时实时显示结果,连续监测,17 项指标数据结果实时解算,准确率 85% 以上。

“水质监测系统 v1.0”产品与华为鲲鹏完成兼容性认证,全面适配 X86、ARM 架构以及部分国产化系统,正式成为华为鲲鹏合作伙伴。并且通过中国软件评测中心(CSTC)技术鉴定测试,获得软件产品测试证书,产品质量、系统承载能力等整体产品成熟度已达到业内领先水平。

与浪潮云联合共建高光谱技术创新应用联合实验室。



图 1、水质在线监测系统

中国科学院 力学研究所

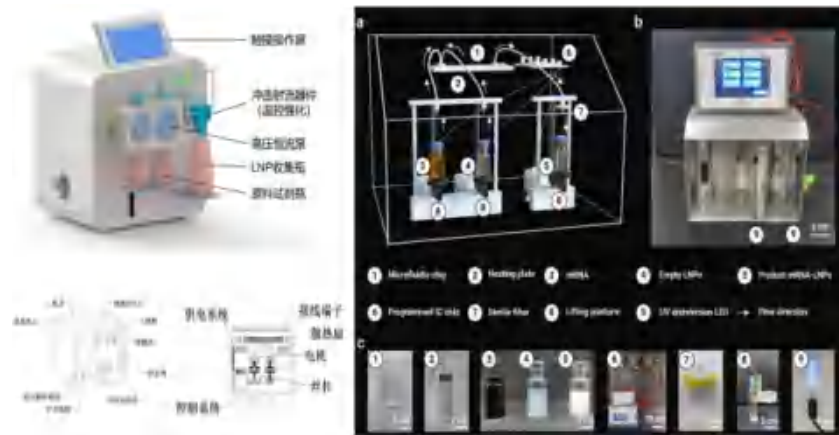
371 疫苗及纳米药物载体高通量制备设备

一、成果简介

mRNA 疫苗及基因/核酸治疗代表着纳米医学中的新兴技术，具有免疫增强、应用广、个性化诊疗等优势。其中，mRNA 疫苗为典型应用，市场规模巨大，仅 2022 年就为辉瑞和莫德那带来 220 亿美元营收。而我国 mRNA 疫苗发展相对落后，基因/核酸治疗仍是蓝海。

上述纳米药物需要递送的载体，即通过包封保护核酸有效成分，到达细胞靶点时才被释放和吸收。常用纳米药物载体为磷脂纳米颗粒 LNP，当前恰为 LNP 发展的机遇期。国内 mRNA 疫苗用 LNP 发展受限于使用进口，国产替代空间巨大；此外通用的 LNP 设备基于传统微流控思路，缺少高通量处理及强可控性技术，尤其缺少现场便捷的高通量制备设备。

本技术基于新型微流控冲击湍流混合原理，在制备通量上对于传统微流控技术具有明显优势，可广泛适用于高聚物纳米颗粒、磷脂纳米颗粒、蛋白质相分离纳米液滴等的制备。结合相分离成核生长的关键技术，可以做成小试-中试或更大尺度的设备，满足不同通量不同材质的市场需求。



实验室原理样机

二、应用领域及核心技术

应用领域：（1）mRNA 疫苗包封及现场制备；（2）纳米药物载体 LNP 的高通量可控制备。

核心技术：（1）冲击湍流快速混合；（2）微纳流控芯片流动控制；（3）纳米颗粒成核生长动力学调控。

项目优势：（1）毫秒级快速混合；（2）10mL-1L/min 高通量制备，比传统

技术通量提高百倍，拥有自有知识产权，可国产替代美国 Precision Nanosystem 等传统设备，对标竞品具有通量高、可控性强、规模易扩大等优势。

三、技术团队

核心团队为中国科学院力学研究所非线性力学国家重点实验室微纳流控团队，聚焦生物医学领域的前沿技术，基于力学原理推动应用革新。

团队负责人：郑旭博士，中国科学院力学研究所副研究员。团队成员含国家青年人才 1 名、科学院人才 2 名。

四、知识产权

力学所拥有完全自主知识产权。

技术成果核心知识产权

序号	专利名称	专利号
1	一种基于微流控技术利用高速对冲混合制备纳米颗粒的装置	202411317886.2
2	一种纳米颗粒的可编程式控制装置及方法	202311836022.7

五、发展规划

本技术目前技术成熟度已达到 4 级，实验验证、系统设计均已完成。1 年内可完成工程样机研制，达到技术成熟度 7 级，2-3 年内可将样机扩展到不同通量、不同材料纳米颗粒的制备，满足不同市场产品需求。

372 超导重力梯度仪

一、成果简介

超导重力梯度仪是基于超导量子干涉和磁通量子化等超导体宏观量子效应的高性能重力场测量仪器，分辨率比传统仪器高 2-3 个数量级，且具有优异的稳定性、超强的抗干扰能力和适应多种平台的能力，是重力梯度测量技术的重要发展方向，有望为重力场测量、重力探矿、地震趋势预测和快速探测、测绘、导航等领域带来重大变革。



第一代：微型单轴超导差分加速度计 第二代：全张量超导磁悬浮重力梯度仪 第三代：超导、机械混合悬浮重力梯度仪

二、应用领域及核心技术

应用领域：（1）搭载于航空和水面平台：探测局部重力梯度异常，如矿产资源勘探、地下目标探测、地震前兆探测、重力梯度地图测绘等；（2）搭载于水下平台：长时间高精度无源静默导航；（3）搭载于航天平台：全球范围的重力场测量以及基础科学实验等。

核心技术：基于超导体宏观量子效应的量子化仪器，涉及超导量子干涉超高分辨率位移传感，高灵敏度高一致性加速度敏感结构，基于磁通量子化效应的直接差分加速度测量，零磁场高真空环境维持等技术。

技术优势：相比于传统重力梯度仪，超导重力梯度仪分辨率高、抗干扰能力强，可同时测量重力梯度张量的全分量，可连续高速输出测量结果，且可适应陆海空天平台环境，具有极高的发展潜力和应用价值。

三、技术团队

团队负责人：边星，博士，中国科学院力学研究所副研究员。“中国科学院

青年创新促进会”会员，中国科学院力学研究所“力星人才计划”入选者。主要研究方向为超导重力梯度测量的理论、技术与应用研究。提出了采用低温超导悬浮测试质量块的超高分辨率全张量引力梯度测量方案并研制了试验装置，核心指标超过国外同类装置。面向产业化需求，提出了基于超导、机械混合支撑敏感结构的超导引力梯度仪方案，并研制了相关样机。

四、知识产权

力学所拥有完全自主知识产权，相关技术以技术秘密形式保护。

五、发展规划

针对不同用户需求，计划研发超高分辨率、超强抗干扰和均衡性能等三类超导重力梯度仪产品。

近期（3年内）：基于现有技术，提高工程化程度，开展固定平台和流动平台超高分辨率超导重力梯度仪产品研制，用于地震趋势预测、水文观测、测绘、地球物理研究、基础物理实验等领域。

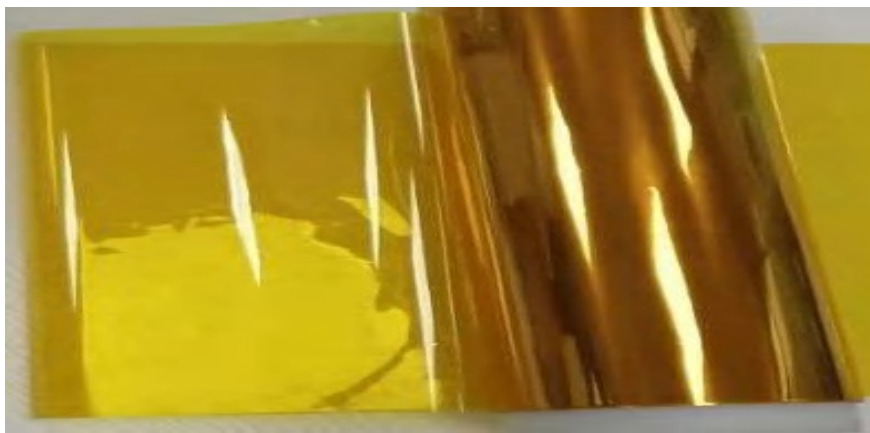
中长期（4-6年）：研发具有超强抗干扰能力和均衡性能的移动平台超导重力梯度仪产品，用于航空物探、深地和深海探测，以及水下导航等领域。

373 高性能聚酰亚胺材料大规模量产技术及装备

一、成果简介

聚酰亚胺（Polyimide，简称 PI）是指主链上含有酰亚胺环的一类聚合物材料，是目前已经实现工业化的特殊高分子材料，具有耐高温、耐电晕、耐辐射性、高强度、高绝缘、低介电常数和低介电损耗等优异的综合性能。

国内聚酰亚胺材料行业虽已发展多年，但产品基本还停留在较低端领域，高附加值产品仍然依赖进口，且部分高性能材料被限制采购。本团队在行业内具备显著的技术优势，开发出对标进口产品的系列高性能产品和设备，寻求大规模生产的合作方，以期将产品迅速推向市场，实现进口替代。



高频高速用改性聚酰亚胺（MPI）薄膜

二、应用领域及核心技术

应用领域：聚酰亚胺作为一种具有耐高低温、高强度、高模量、低吸水率、耐辐照和优异绝缘性的工程材料，在微电子、信息、核能工业和航空航天等领域得到广泛的应用，如：

- （1）轻量化新能源电池用聚酰亚胺复合集流体；
- （2）低色度高清显示用聚酰亚胺浆料；
- （3）高频低损耗的 5G 通讯用聚酰亚胺覆铜板基材；
- （4）光敏聚酰亚胺光刻胶等。

核心技术：以国产零部件建成了满足双向拉伸与化学亚胺化工艺要求的全套聚酰亚胺薄膜生产线，并实现量产；开发了新产品所需的原料配方，浆料和薄膜生产技术。

三、技术团队

刘屹东，博士，中国科学院力学研究所研究员，国家级特聘专家。

闵永刚，团队顾问。国家级特聘专家、杰青、俄罗斯工程院外籍院士，原杜邦聚酰亚胺首席科学家、杜邦亚太技术长。

四、知识产权

力学所拥有完全自主知识产权，相关技术以技术秘密形式保护。

五、发展规划

近期：在具备化工生产资质的园区建设多条量产级别的聚酰亚胺（薄膜）生产线，完成设备调试并出货。

中长期：开发聚酰亚胺粉体、聚酰亚胺泡沫等高端产品，布局特种聚酰亚胺单体，以杜邦标准建设国内领先、国际先进的聚酰亚胺生产企业。

374 低成本等效太空微重力环境大分子 结晶制药技术

一、成果简介

目前治疗性大分子药物的给药方式逐步从静脉注射转向皮下注射,因此国际上开始研发高浓度的晶体悬混液。晶体悬混液具有热稳定性好、冷链运输成本低等优点,但同时也对高纯度、低缺陷和均匀粒度的结晶技术提出了更高要求。具有较大分子量、高柔性和多构象特性的药物分子在空间结晶可以避免或减少重力场引起的浮力对流和沉降作用的影响,生产出高质量的晶体。

随着火箭发射成本的降低,美国政府与国际医药巨头公司一致认为空间大分子药物结晶技术是制药领域未来发展方向,开始大力推动这一技术的商业化进程。2023年8月,NASA指南将空间大分子药物结晶列为美国将要鼎力发展的第一个真正意义上的商业化空间制造技术。美国瓦尔坦公司制造了在轨的首颗太空制药卫星,并测试了利托那韦的结晶过程。美国默克公司与以色列太空制药公司(SpacePharma)也进行了轨道上的单克隆抗体的结晶实验。

虽然火箭发射成本已大幅降低,但是在太空建造制药工厂,造价仍然非常昂贵。使用地面模拟微重力技术进行大分子结晶制药,将会大大降低成本。目前国际上使用的地面模拟微重力结晶的方法,主要有西班牙的添加凝胶法、日本的磁悬浮法,以及本团队提出的微通道模拟法。磁悬浮法只适合在低过饱和度的条件下模拟微重力环境,凝胶法本身是一种杂质,对结晶产物影响较大。这两种方法处于研究阶段,不适合大规模生产。本团队提出的微通道模拟法,具有成本低廉、性价比高等优点,能够进行大批量、各个条件的微重力结晶模拟,研究结果在国际空间结晶领域获得广泛关注。本技术是大分子药物结晶的创新技术,有望颠覆美国的太空制药结晶技术。

二、应用领域及核心技术

应用领域:治疗性抗体药物晶悬液制备。

核心技术:基于流体力学基本原理,可以模拟微重力环境,大批量生产的药物结晶微流控技术。

技术优势:成本低廉,性价比高,能够进行大批量、各个条件的微重力结晶生产。

空间结晶及地面模拟技术在成本方面的对比

成本对比	空间结晶	地面微通道模拟结晶
火箭发射成本	1800 美元/公斤	0
设备成本	设备复杂昂贵，需数百万元	设备简单，小于 1 千元
时间成本	受火箭发射周期及发射次数限制	没有时间限制

三、技术团队

团队负责人：于泳，博士，中国科学院力学研究所副研究员。研究方向：空间大分子结晶机理研究。

四、知识产权

力学所拥有完全自主知识产权，相关技术以技术秘密形式保护。

五、发展规划

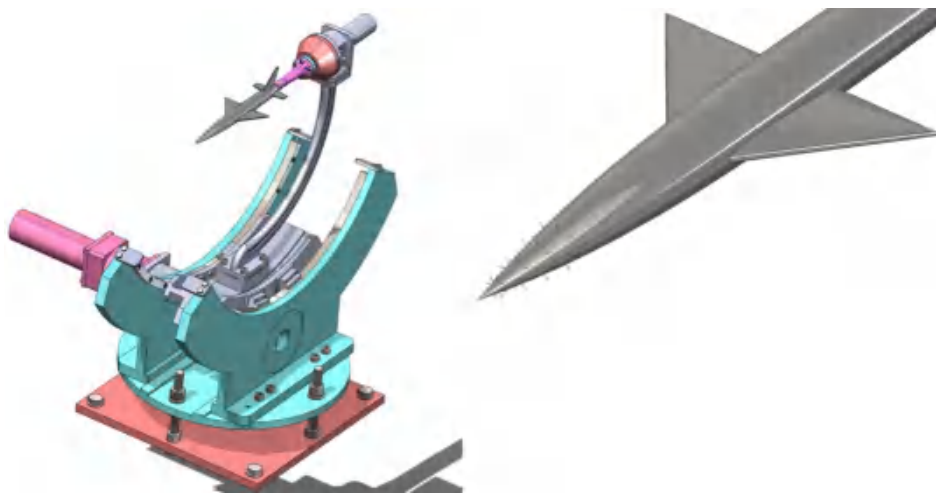
研发可以工业化的生产微流控药物结晶芯片，与开发治疗性抗体晶悬液的医药公司合作，进行大规模治疗性大分子晶悬液生产。

375 低空飞行器低成本智能流动态势感知系统

一、成果简介

飞行器机动飞行时需要感知外界气流速度和相对角度。现有流动感知系统测量精度低、数据实时性差、制造使用成本高，难以大规模应用于低速无人机和eVOTL。本团队提出一种基于仿生纤毛阵列的智能流动感知系统以解决上述难题。

随着低空经济的兴起，各种低速飞行器如小型无人机(sUAV)和电动垂直起降飞行器(eVOTL)有着巨大的市场前景。飞行器通常必须搭载各种传感器以解算出飞行速度和角度等各种飞行参数。大气数据机载系统是飞行器控制系统的重要组成部分，对其准确性和可靠性的要求越来越高。现有市场基本被 Honeywell 等国际巨头所垄断，相关产品价格昂贵且供应链受国际关系影响巨大。成都凯天等国内公司的国产替代工作刚刚起步，成本相对于国外产品不具有显著优势，且多在 C919 等大型高价值飞行器上搭载，缺少适用于低空经济各种低成本飞行器的产品。



基于仿生纤毛的流动感知系统示意图

二、应用领域及核心技术

应用领域：小型无人机(sUAV)，电动垂直起降飞行器(eVOTL)。

核心技术：利用流动中磁性纤毛的柔性变形实现飞行器的流动感知，位于流场环境中的磁性纤毛受到气动载荷作用产生形变，被磁场传感器感知转化为电信号输出，传感器数据经过神经网络模型解算得到飞行速度、姿态信息，最终提供给飞行控制系统。

三、技术团队

杨文超，博士，中国科学院力学研究所项目研究员。研究领域包括分布式传感器系统、流动测量与显示、涡诱导振动等，主要应用领域包括天地往返飞行器的嵌入式流动测量系统和基于涡激振动的可再生能源系统。

四、知识产权

拥有完全自主知识产权，相关技术以技术秘密形式保护。

五、发展规划

近期：重点解决柔性磁纤毛大批量标准化制备工艺。通过力学模型构建和相关工艺测试，确定纤毛材料的合理配比和标准化生产工艺。

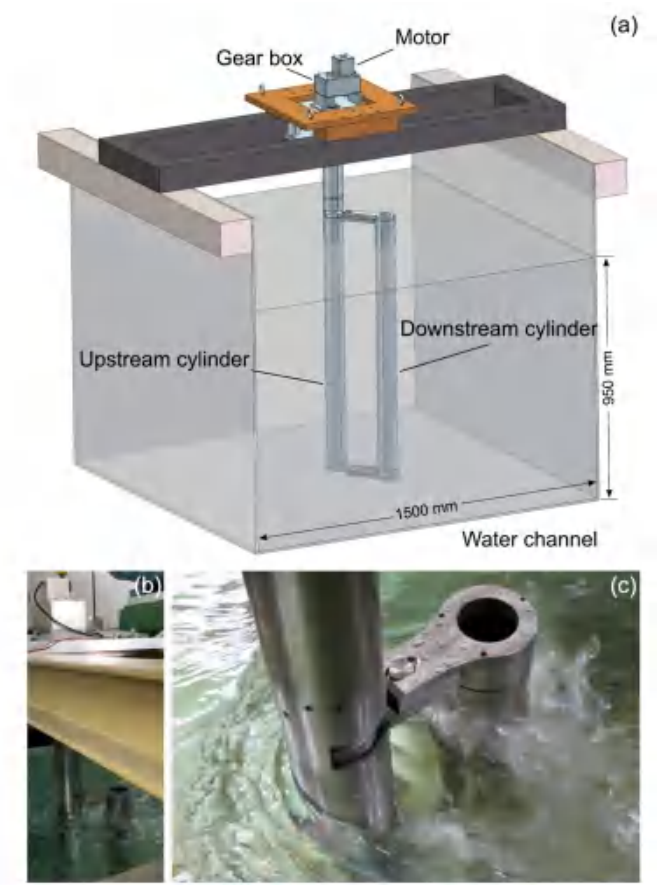
中期：重点优化迭代纤毛流动感知所需的数据驱动算法模型，实现高精度参数解算，面对复杂流动环境具备高鲁棒性计算能力。

长期：通过飞行试验验证流动感知系统的总体性能和技术经济指标。

376 深海水下装备原位供电装置

一、成果简介

深海进入、探测、开发、监测离不开各种水下观测、监控、通信设备，而水下装备的能源供给水平决定了其作业能力和续航时间。海底 300-1000 米深度光照强度极低，水底洋流的动能是为数不多的原位能量来源之一。团队基于流致振动原理研发的新型洋流能量收集装置，瞄准远海远域水下探测、监控和通讯设备原位能量补给需求，支持水下高端仪器装备开发，提升各类深海传感器在极端环境下的作业能力和续航时间，促进深海新能源产业多样化发展。



实验室原理样机

二、应用领域及核心技术

应用领域：深海水下装备供电，包括各种水下传感器、水下作业装备等。

核心技术：尾迹诱导振动作为流固耦合驱动的能源转换方式，可在较广的流速范围内产生有效能量输出。利用流固耦合驱动的能量俘获方式，突破了洋流方向自适应和宽流速能量收集等关键技术难题，依靠串行圆柱流致振动机理驱动流

体动能转化为机械动能，并最终转换成电能输出。

技术优势：原位能量采集，相比于传统的利用补给船只进行电量补充，大大节省了成本。

三、技术负责人

杨文超，博士，中国科学院力学研究所项目研究员。研究领域包括分布式传感器系统、流动测量与显示、涡诱导振动等，主要应用领域包括天地往返飞行器的嵌入式流动测量系统和基于涡激振动的可再生能源系统。

四、知识产权

力学所拥有完全自主知识产权。

技术成果核心知识产权

序号	专利名称	专利号
1	一种串行双钝体涡激振动装置	202310068052.1
2	基于摆动的双串行钝体涡激振动可再生能量收集系统	202310076848.1

五、发展规划

近期：2024-2025 年，优化原理样机技术指标和核心性能。

中期：2025-2027 年，研制工程样机完成典型使用环境验证。

长期：2027-2030 年，完成实际产品的使用环境验证，测试不同负载条件下的发电稳定性和可靠运行时间；评估产品在长期使用下的磨损情况和极端气象条件下的生存能力。