



河南省科学院
HENAN ACADEMY OF SCIENCES



龙子湖科创路演
LongzihuRoadshow

河南省“龙子湖科创路演”（济源站） 暨“会市合作科技赋能专项行动”活动

科技 成果 汇编



河南·济源

2026年9月

目录

中国科学院合肥物质科学研究院.....	1
001 水体藻类荧光光谱在线/原位分析仪.....	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高精度定位方法.....	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 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
043 超高温陶瓷粉体工程化制备.....	44
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Al基点阵材料.....	46
046 低成本硅基真空绝热板的规模化制备与建筑应用示范.....	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 气凝胶吸附材料.....	56
056 低温共烧陶瓷.....	57
057 石墨烯基电磁波屏蔽材料.....	58
058 高效减振阻尼合金.....	59
059 ZK-1铁碳微电解水处理材料.....	60
060 微纳吸附助凝除氟技术.....	61
061 生物组织元素分布高空间分辨快速成像技术.....	62
062 宫颈癌联合放疗精准剂量评估及其临床应用研究.....	63
063 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... ..	64
064 新冠病毒抗体检测试剂盒用图像检测和标记系统.....	65
065 维生素 K2 功能食品的开发、示范和推广.....	66
066 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.....	67
067 青少年基本运动技能智能化检测与提升训练系统.....	68
068 呼气质谱快速筛查吸毒人员的新技术.....	69
069 一体化微流控核酸现场快检系统.....	70
070 皮肤胆固醇无创检测系统.....	71
071 肺癌穿刺智能手术导航系统.....	72
072 双模式钬激光治疗仪.....	73
073 一种预测脑转移瘤放疗疗效的影像组学模型.....	74
074 一种宫颈病变筛查新方法.....	75
075 一种乳腺癌新辅助化疗敏感性预测方法.....	76
076 新冠病毒抗体检测试剂盒用图像检测和标记系统.....	77
077 成瘾运动神经反馈康复装置.....	78
078 云边协同的智慧健康小屋.....	80
079 数字 PCR 生物芯片阅读仪.....	81
中国科学院过程工程研究所.....	82
080 基于 GPU 的 ReaxFFMD 加速软件 GMD-Reax.....	83
中国科学院金属研究所.....	84
081高温合金材料.....	85
082 第三代镍基单晶高温合金DD33.....	86
083 第三代镍基单晶高温合金DD93.....	87

084 高强耐蚀高温合金.....	88
085 抗热腐蚀单晶高温合金DD483.....	89
086 耐腐化物熔盐腐蚀高温合金.....	90
087 耐高温、耐蚀、长寿命铸造镍基合金.....	91
088 GH4169 等主干变形高温合金.....	92
089 大型复杂结构件用K4750 合金.....	93
090 800°C用大型薄壁复杂结构铸件材料 K4800 合金.....	94
091 先进超超临界机组用镍基耐热合金材料.....	96
092 燃气轮机热端部件用十种抗热腐蚀高温合金.....	98
093 核堆用耐蚀、耐辐照高温合金.....	100
094 镍基高温合金精密铸件.....	102
095 细晶铸造整体涡轮叶盘铸件.....	103
096高硅镍铜合金精铸件.....	104
097低偏析高温合金母合金及精铸件.....	105
098 800°C以上变形高温合金及其锻件.....	106
099抗热腐蚀DZ411 定向合金与涡轮叶片.....	107
100 高强抗热腐蚀单晶 DD413 及复杂空心叶片.....	108
101 变形高温合金及其制品.....	109
102变形高温合金管材.....	110
103 变形高温合金棒材、丝材及其制品.....	111
104 变形高温合金和特种合金带箔材.....	112
105 高温合金夹具及标定梁.....	113
106全金属封隔器.....	114
107 高温合金纯净化冶炼技术.....	115
108 整体细晶铸造技术.....	116
109重型燃机叶片制备技术.....	117
110 抗热腐蚀铸造高温合金K435 和 K444及其返回料利用技术.....	118
111 单晶燃机叶片与防护涂层界面稳定性控制技术.....	119
112抗热腐蚀铸造高温合金的恢复热处理技术.....	120
113 航空发动机用超纯净高温合金丝材制备技术.....	121
114 航天、航空用发动机用高温合金带材制备技术.....	122
115磷、硼微合金化高温合金 GH4169G 大棒材及盘锻件制备技术.....	124
116 800°C熔盐能源系统用合金设计与型材规模化制备.....	126
117变形高温合金材料特性评价技术.....	127
118 高温钛合金.....	128
119 钛合金铸件.....	129
120结构钛合金产品.....	130
121钛合金深海耐压舱结构件.....	131
122 钛及钛合金型材.....	132
123 钛合金锻件.....	133
124 钛合金板材的生产与开发.....	134
125 钛及钛合金棒丝材.....	135
126 钛合金紧固件用棒丝材.....	136
127 钛合金高品质焊丝.....	137
128 钛合金弹簧.....	138

129 钛及钛合金粉末.....	139
130 增材制造用钛合金超细粉.....	140
131 高抗疲劳增材制造钛合金制备技术.....	141
132 SiC 纤维增强金属基复合材料及其结构件.....	143
133 记忆合金管路件.....	145
134 汽车发动机用TiAl基合金进/排气阀.....	146
135 NiTi 合金丝材.....	147
136 高性能钛合金集成计算设计平台.....	148
137 大型钢锭缩孔、疏松、A 偏析及沉积锥夹杂物等控制技术.....	151
138 高品质宽厚板坯制备技术与装备.....	152
139 超大断面立式连铸实心与空心钢锭.....	153
140 恒熔速、熔滴控制真空自耗重熔技术.....	154
141 超高纯耐蚀 316L 不锈钢.....	155
142 超纯 316L 不锈钢.....	156
143 大型主轴承成套制造技术.....	157
144 高端刀具用钢及其制品制造技术.....	159
145 耐磨农机部件制造技术.....	160
146 盾构机和矿山机械疏浚泵关键耐磨合金钢.....	161
147 高强高韧合金钢.....	162
148 超高强度马氏体时效(不锈)钢.....	164
149 新型核电用耐液态金属腐蚀马氏体耐热钢-SIMP 钢.....	165
150 氧化物弥散强化(ODS)FeCrAl 合金及管材.....	166
151 钠冷快堆包壳材料及制备工艺.....	168
152 高硅奥氏体不锈钢板材.....	169
153 超临界水氧化环境装置用耐蚀新材料.....	170
154 系列奥氏体抗氢脆合金及氢损伤评价技术.....	172
155 强韧性与夹杂物平衡优化高强钢疲劳强度.....	173
156 特殊密封用丝带材.....	175
157 耐微生物腐蚀管线钢.....	176
158 高速钢针.....	177
159 系列特殊钢.....	178
160 聚变堆用超低温高强韧奥氏体不锈钢焊材.....	180
161 钠冷快堆用 ER316H(KD)奥氏体不锈钢焊材.....	181
162 低成本高塑性镁合金.....	182
163 耐硝酸腐蚀超低碳高Si 奥氏体不锈钢焊材.....	183
164 先进镁合金熔铸工艺及大型镁合金铸件.....	184
165 高性能镁合金变形材及其织构调控技术.....	185
166 镁合金低压脉冲磁场半连续细晶铸造技术.....	187
167 弱织构镁合金板材及镁合金板温热冲压和冲锻成形技术.....	188
168 一种低成本环保耐蚀的镁合金转化膜处理技术.....	189
169 一种低成本高耐蚀的镁合金微弧氧化处理技术.....	190
170 一种导电性好结合力优异的镁合金化学镀镍技术.....	192
171 可降解镁合金丝材的制备与应用.....	193
172 600MPa 级 7xxx 系超高强铝合金丝材.....	194
173 高强抗应力腐蚀 5 系铝合金.....	195

174	细长晶高导电率铝线.....	196
175	高强高导高均质铝合金制备技术.....	197
176	铝及铝合金用中间合金制备技术.....	199
177	高强高模铝基复合材料.....	200
178	高尺寸稳定性铝基复合材料.....	201
179	铝基碳化硼中子吸收材料.....	202
180	超高强、耐蚀纳米碳增强铝基复合材.....	203
181	电子封装用铝基复合材料.....	204
182	耐高温铝基复合材料.....	205
183	铝合金黑色耐磨耐腐蚀自润滑多功能一体化抑弧涂层技术.....	206
184	高导热石墨烯厚膜.....	207
185	三维石墨烯泡沫状宏观体.....	208
186	高性能石墨烯热界面材料(TIM).....	209
187	石墨烯柔性透明电极材料.....	210
188	石墨烯柔性透明导电薄膜制备技术与光电应用.....	211
189	纳米碳基导电微球.....	212
190	石墨烯水性分散液.....	213
191	高导电碳纳米管纤维材料.....	214
192	高强韧、高透明导电性单壁碳纳米管薄膜.....	215
193	高质量单/双壁碳纳米管海绵.....	216
194	各向同性热解石墨(IPG).....	217
195	热解石墨(PG).....	218
196	高定向热解石墨(HOPG).....	219
197	超高导热热解石墨.....	220
198	浸金属(树脂)碳石墨复合材料.....	221
199	碳/碳复合材料.....	222
200	SiC 陶瓷基复合材料.....	223
201	多孔炭材料.....	224
202	硼掺杂金刚石电极.....	225
203	金刚石涂层刀具.....	226
204	寒冷地区用低温磷酸铁锂电池.....	227
205	高性能锂聚合物固态电解质及固态锂电池.....	228
206	高性能锂硫电池及关键材料.....	229
207	面向固体氧化物燃料电池的新型连接体材料: MAX 相(Ti,Nb) ₃ SiC ₂	230
208	高性能纳米磷酸铁锂绿色制备.....	231
209	连续单丝 SiC 纤维、B 纤维.....	232
210	耐高温耐腐蚀流体分布/过滤材料——多孔碳化硅材料.....	233
211	高强度高孔隙率硅基型芯.....	234
212	二氧化碳储能技术.....	237
213	绿色低碳冷拌冷铺沥青混合料关键技术及应用示范.....	238
214	高性能聚合物泡沫材料制备技术.....	239
215	预防非洲猪瘟“黄芪甘草汤-牛至”的研发及应用.....	240
216	智能机器人系统平台.....	242
217	农机作业监控终端.....	244
218	低成本低能耗纳米磷酸铁锂制备技术.....	246

219 智能立体冷库.....	248
220 高光谱文物修复.....	250
221 智慧尿康机.....	252
222 无人值守智能巡检系统.....	253
223 高附加值碳材料.....	255
224 离子液体法含氯挥发性有机物净化回收新技术.....	257
225 合成氨循环气氨分离回收低碳关键技术.....	259
226 生物基高性能尼龙5X的合成及规模制备技术.....	260
227 高纯纳米氧化铈制备技术.....	262
228 批量热浸镀锌稀土改性工艺控制新技术.....	263
229 基于微流控芯片的大肠杆菌检测仪器.....	265
230 单芯片三轴一体高频响MEMS陀螺仪及其产业化技术.....	267
231 低功耗ADC和DAC芯片.....	269
232 多功能相控阵芯片.....	270
233 数字隔离器.....	271
234 AI智能巡视系统.....	273
235 无人机反制设备系列产品.....	274
236 分布式电解水制氢设备.....	275
237 己内酰胺氨肟化反应器数值模拟和放大技术.....	276
239 离子液体法CO ₂ 捕集新技术.....	278
240 混合碳四高效综合利用生产甲基丙烯酸甲酯.....	279
241 多晶型药物结晶过程工艺与设备设计.....	280
242 高性能硅纳米线碳负极制备技术.....	282
243 三重四极杆质谱仪.....	284
244 激光共聚焦扫描显微镜.....	285
245 SIP2400全自动免疫分析仪.....	286
246 Bio-SIM超分辨显微镜.....	288
247 基质辅助飞行时间核酸质谱仪.....	289
248 双激光流式细胞仪.....	290
249 数字PCR分析系统.....	291
250 台式单分子免疫检测仪.....	292
251 废旧动力电池有价元素提取.....	293
252 医用膜级聚砜材料产业化技术.....	294
253 绿色可降解地膜专用料及产品创制与产业化开发.....	295
254 鲜食玉米用高阻隔薄膜生产技术.....	296
255 重大疾病和传染病检测试剂盒.....	297
256 医用聚氨酯弹性体材料.....	298
257 尼龙-11产业化技术.....	299
258 高性能稀土镁合金及其在乘用车领域的应用.....	300
259 基于超表面的光场调控器件.....	301
260 纳米增韧耐磨海洋污涂料.....	302
261 耐高温透明电磁屏蔽膜.....	304
262 水性隔热保温涂瓷.....	306
263 微机械 (MEMS) 压电超声波传感器.....	307
264 智能柔性微纳传感器.....	308

265 淫羊藿新品种培育技术.....	310
266 超高强铝合金焊接与增材制造.....	312
267 铝、铜合金超厚板高质量焊接技术.....	313
268 高品质铜材制备关键技术与产业化应用.....	314
269 高性能铜板带合金智能设计及短流程制备加工技术.....	316
270 电力驱动工业高温热泵蒸汽技术.....	318
271 环保高温热泵工业供热技术.....	320
272 纳米改性无机自修复材料.....	322
273 生态级金属锈转化剂.....	324
274 农业生产管理平台.....	326
275 分布式太阳能催化系统.....	328
276 基于多组学分析技术的肿瘤和神经疾病药物筛选及开发.....	329
277 基于水热法来制备二氧化硅气凝胶的方法及其产品和用途.....	330
278 聚烯烃弹性体.....	331
279 分布式光纤传感设备研发.....	332
280 便携式傅里叶红外多组分气体分析仪.....	333
281 2GHz--10GHz金刚石基高频滤波器芯片.....	334
282 羰基金属及其功能材料.....	335
283 精细化工产品或精细化工中间体产品生产技术.....	336
284 高性能润滑防护涂层.....	337
285 特种润滑油脂及工程应用.....	338
286 生物降解塑料全产业链关键技术.....	339
287 细胞内压测试仪.....	341
288 生物质废弃物高固浓度厌氧发酵制生物天然气产业化.....	342
289 退役锂电池正极材料的绿色分离和回收利用.....	343
290 中低压加氢生产超低芳溶剂油技术.....	344
291 利用水生植物修复污染水体技术.....	345
292 D-阿洛酮糖的生物转化法工艺技术.....	347
293 基于天然裹膜材料的枸杞抗粘结防氧化技术开发.....	349
294 抗氧化防粘结高标准枸杞生产技术集成与示范.....	350
295 芳香植物新品种选育及产业化开发.....	351
296 微藻光合制氢技术及产业化开发.....	353
297 果蔬绿色防病保鲜.....	355
298 高倍智能视频压缩一体机.....	357
299 C2000信创智能NAS存储一体机.....	358
300 步态识别系统中国工程院科技成果.....	361
301 稀贵金属提炼与工业废水深度处理耦合创新性技术及应用.....	362
302 高难废水处理系统-GMS10.....	364
303 预制菜高品质加工技术.....	366
河南省科学院科技成果.....	368
304 材料先进计算技术研发平台.....	369
305 材料智能实验技术与装备.....	370
306 材料大数据技术研发平台.....	372
307 高端新材料数字化智能化制造技术集成应用.....	374
308 基于激光的晶圆隐形切割系统项目.....	376

309 基于相变材料的微纳结构光谱发射率动态调控及测量技术研究项目.....	377
310 晶圆级绝缘层上锗(GeOI)材料及光电子器件.....	378
311 无人平台智能协同系统及关键技术研究项目.....	379
312 亚麻籽功能性成分综合利用关键技术.....	380
313 先进遥感载荷与微小卫星创新基地项目.....	381
314 双黄连药渣再利用关键技术研究项目.....	383
315 富含 γ -聚谷氨酸微生物菌剂的研发及应用.....	384
316 基于表面等离子激元增强的生物分子检测.....	385
317 增产胺的清洁生产工业化应用项目.....	386
318 盐碱地改良剂研发与推广项目.....	387
319 基于辐射制冷机制增强蓝藻结皮治沙的光功能薄膜产业开发.....	388
320 煤造气废水处理一体化成套技术、设备开发与推广.....	389
321 牡丹囊泡化妆品原料开发研究.....	390
322 白僵蚕化妆品原料的产品开发与应用.....	392
323 河南省黄河流域地表水环境“空天地”一体化遥感动态智能监测关键技术研 发与应用示范项目.....	393
324 文化遗址多源空间信息获取模式与三维重建.....	394
325 金属双原子催化氧化还原反应的理论模拟研究.....	395
326 基于机器化学家的高熵催化剂精准合成.....	396
327 数据智能驱动的有机合成精准定量分析.....	397
328 Zn掺杂材料催化环己烷低温热源脱氢机制研究.....	398
329 基于功能纤维的恶臭气体净化技术.....	399
330 聚碳酸酯多元醇.....	401
331 多波长半导体激光治疗仪.....	403
332 3D XRAM新型存储器项目.....	405
333 电子束辐射接枝绿色制备高性能碱性电池隔膜关键技术与应用.....	406
334 量子遥感融合微小卫星01星平台与地面运控及应用系统.....	407
335 纳米纤维素绿色可调控制备及其在功能复合材料方面的应用.....	408
336 钠离子电池项目.....	410
337 年产500万m ² 背光源基板制备关键技术研发及产业化项目.....	411
338 基础设施长寿命服役：混凝土结构钢筋腐蚀靶向治理.....	412
339 二氧化碳合成全生物降解塑料的大规模减碳技术.....	414
340 地面建筑核生化灾害防御系统.....	415
341 恩替卡韦全新合成工艺.....	416
342 基于量子科技的护眼生态.....	417
343 基于构效关系粗锡电解精炼绿色添加剂的结构设计优化与工艺研究.....	419
344 水导激光精密加工技术及装备.....	420
345 高附加值纳米粉体宏量化制备及应用.....	421
346 铥光纤激光泌尿碎石仪.....	422
347 超导与强关联物理实验平台.....	423
348 基于辐射降解和机械化学改性技术的纳米纤维素绿色宏量制备新技术.....	424
349 绿色EB固化及其应用.....	426
350 电子束辐射改性制备功能性及高性能高分子材料.....	427
351 激光医美产品介绍.....	428
352 水合法生产环己醇创新工艺及产业化.....	430

353 自修复防腐涂层技术及产业化.....	432
354 DDR5内存接口芯片及配套芯片.....	434
355 阿尔茨海默病血液标志物诊断系统.....	436
356 微小孔激光极端精密加工.....	438
357 激光垂直剥离项目一流大学郑州研究院科技成果.....	443
358 基于MOFs功能材料的高精密陶瓷膜技术.....	444
359 基于数字微流控技术的分子POCT一体机.....	445
360 脉冲放电喷涂制备石油管内壁防腐涂层技术.....	446
361 退役锂电池的梯次利用及高净度回收再生.....	447
362 智能车辆系统技术产业化.....	449
363 万吨级糖精钠生产的合成新技术开发.....	451
364 飞行的魔方：可组合可分离式无人机系统及应用.....	453
365 激光增材制造专用高强韧高模量镁稀土合金研发及其轻量化复杂构件成形.....	455
366 肿瘤早筛创新技术及解决方案.....	457
367 基于滑动式微流控芯片的集成式病原体检测系统.....	459
368 秸秆绿色制浆成膜耦合土壤改良剂生产技术研究.....	461
369 基于智能分离纯化系统的食药同源活性成分技术应用与特种产品开发.....	463
370 冰壶人工智能实验平台.....	465
371 医学超声智能诊断平台.....	466
372 PL-3型控温润滑球棒式摩擦疲劳试验机项目.....	467
373 钛合金自润滑关节轴承摩擦副界面工艺推广.....	469
374 基于智能光限幅吸波体的智能变色材料研发及产业化.....	471
375 行进式电动汽车用大功率动态无线供电装置及系统.....	473
376 无线电励磁电机技术.....	475
377 新能源汽车SiC电机控制器.....	476
378 SiC 驱动高压高速驱动电机.....	478
379 基于波动有限元方法结构减振降噪设计.....	480
380 面向IGBT用高端陶瓷封装基板材料产业化开发项目.....	481
381 高焓值相变热管理母粒、纤维及薄膜材料.....	483
382 高性能、低成本烯碳/杂环芳纶纤维的制备与应用省实验室科技成果.....	488
383 基于MPCVD技术的高品质金刚石制备.....	489
384 CD146联合CLL-1双CAR-T细胞细胞疗法治疗AML.....	491
385 纳米酶抗菌新策略及工艺开发.....	493
386 基于无人机多光谱图像解析的罂粟识别技术研发与设备集成.....	495
387 长航时可悬停警用无人机.....	496
388 警用反恐特种无人机系统研制.....	497
389 面向复杂环境下高价值威胁时敏目标智能探测技术研究.....	498
390 快速诊断与检测试剂.....	499
391 流感病毒多价新型疫苗研发.....	501
392 翻译智能体(TransAgent).....	502
393 黄河AI大模型.....	504
394 医疗人工智能助手——面向胃部精准诊疗.....	506
395 基于肌腱驱动的高动态人形机器人.....	508
396 油莎豆高效低损收获机研发及产业化.....	510

397 新型液流储能电池开发应用.....	512
398 丙交酯聚合反应过程调控及其环内酯共聚物的研发和产业化.....	513
399 玉米秸秆高效制木糖/糠醛连续生产工艺技术开发.....	514
400 生物基高速飞行器特种燃料关键技术开发及产业化应用.....	515
401 基于供应端的信阳毛尖原料茶品质提升及茶产品开发.....	516
402 东秦岭白岗岩型超高纯石英资源评价和产业化利用关键技术研究.....	517
403 内生安全云原生平台.....	519
404 多模态平行网络.....	521
405 面向多模态网络的晶上系统设计与验证平台关键技术研究.....	522
406 智能网联汽车网络安全实训系统.....	524
407 丹桂信阳红茶窈制技术研究.....	525
408 红茶发酵品质在线监测技术开发与应用.....	526
409 优质高抗茶树新品种选育及栽培技术研究.....	528
410 信阳夏秋茶品质突破关键技术研究.....	530
411 茶树氮素高效吸收利用研究.....	532
412 一种平抛气吹式茶鲜叶精选平台.....	534
413 茶副产物碳材料在水体污染治理中的应用.....	535
414 两茶质量安全检验检测技术系统研究与开发.....	537
415 科技赋能 幸“茯”相伴——高品质信阳黑茶的研发与推广.....	539
416 隐形全透光伏发电玻璃.....	541
417 视界中国-打造国产一流柔性显示材料.....	544
418 具身智能赋能的可穿戴柔性外骨骼研究.....	546
419 基于无创体液监测的智能健康电子系统.....	547
420胆相照，不如“酣怡乐”——传承与创新解酒护肝新征程.....	549
421 昆虫先锋：昆虫蛋白开发与应用.....	550
中国恩菲工程技术有限公司科技成果.....	552
422 钪基固体氧化物燃料电池研究.....	553
423 短流程钪储能电解液技术研究.....	555
424 4N高纯氧化钪.....	557
425 锂离子电池硅基负极材料.....	559
各地市科学院简介.....	561
426 河南省科学院鹤壁分院简介.....	562
427 清洁燃料（轻油）项目.....	563
428 塑料的生物降解及其资源化利用技术开发项目.....	564
429 河南省科学院平顶山产业技术研究院简介.....	565
430 高强聚酰胺纤维及制品技术.....	567
431 新型纳米碳制备技术及储能应用.....	568
432 开封市科学院简介.....	569
433 AI辅助环己酮氧化制备聚己内酯关键技术及产业化.....	570
434 高性能阻燃聚甲醛复合材料创制.....	572
435 濮阳市科学技术研究院简介.....	574
436 15万吨/年可持续航空燃料项目.....	575
437 2000吨/年双马来酰亚胺树脂（BMI）技术开发与应用项目.....	577
438 安阳市科技创新研究院简介.....	579
439 新一代耐磨金属材料之无钼镍多元低合金耐磨铸钢.....	580

440	智能转换型疏水化学外加剂的开发与应用.....	581
441	河南省科学院航空港区分院简介.....	582
442	航磁多参量测量处理解释方法技术研究.....	583
443	智能化重载物探专用旋翼无人机平台研制.....	585
444	智能检测设备.....	587
445	智能环保大数据运维监管平台.....	589
446	电力巡检无人机.....	591
447	济源市科学院.....	593
448	黄河科技学院应用技术学院单位简介.....	595
449	鱼叉式冶金炉氧枪砖的砌筑结构及扒砖方法.....	596
450	冶金炉氧枪砖的两级分段扒砖方法.....	597
451	商丘市科学院简介.....	598
452	金刚石导热胶成果简介.....	599
453	基于气味传感器的粮仓害虫检测与预测系统.....	601
	科创园简介.....	603
454	河南省科学院（沁阳）科创园简介.....	604
455	河南省科学院（洛阳）科创园-中原美谷简介.....	606
456	河南省科学院中原药谷科创园简介.....	608
457	中原量子谷简介.....	610
458	河南省科学院材料创新基地简介.....	612
459	河南省科学院-中原科技城（兰考）科创园简介.....	614

中国科学院 合肥物质科学研究院

001 水体藻类荧光光谱在线/原位分析仪

成果简介:

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。

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,未来五年仅水质自动站就存在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。

拟转化的方式(或合作模式):

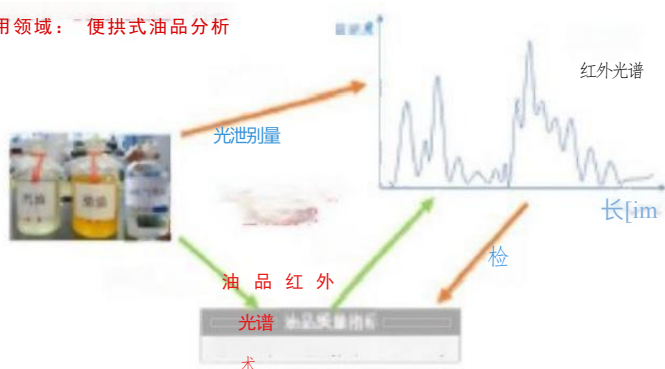
可通过委托开发,成果许可、转让等方式,共同推进该成果的产业化。

002 便携式油品分析仪

成果简介:

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。

应用领域: 便携式油品分析



应用领域及市场前景:

油品质量检测。

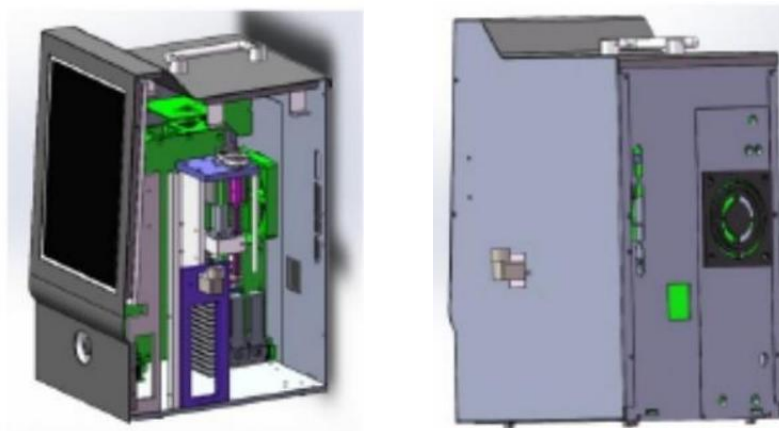
油品质量检测站: 作为常规检测仪器, 用于油品质量快速检测分析; 油品质量检测车: 搭载于油品质量检测车上, 进行流动检测;

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。

拟转化的方式(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。

相关图片:



003 船舶尾气遥测系统

成果简介：

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% m/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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



004 高性能傅立叶变换红外光谱仪

成果简介：

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。

应用领域及市场前景：

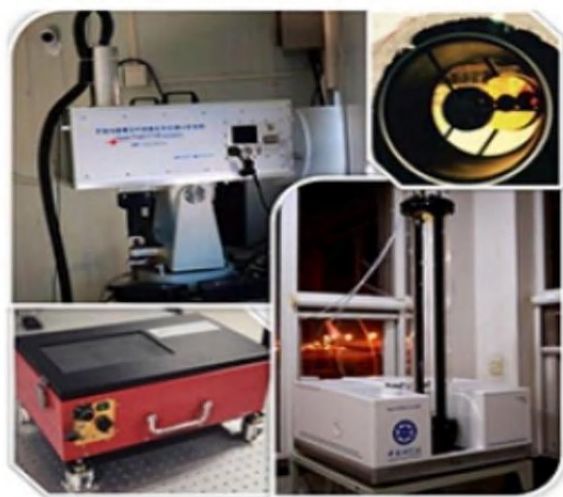
环境监测、污染源监测、气象探测、制药过程、药品快检以及食品安全等领域。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



005 气体泄漏傅里叶变换红外扫描成像遥测系统

成果简介：

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。

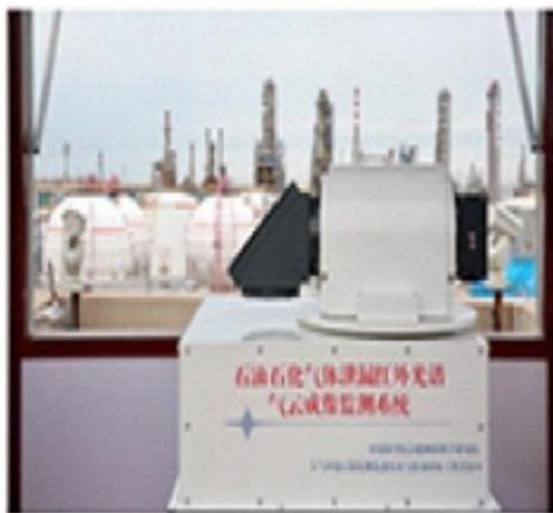
应用领域及市场前景：

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。

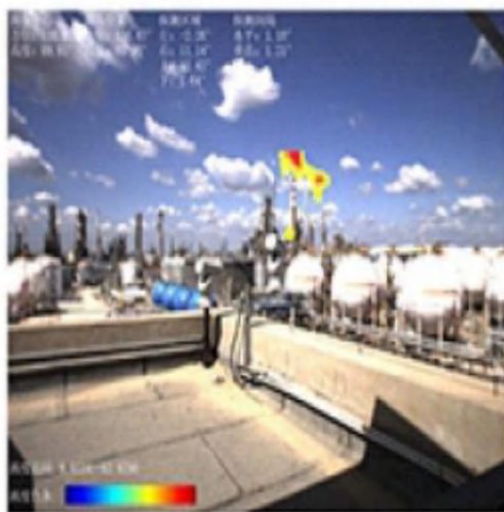
拟转化的方式(或合作模式)：

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。

相关图片：



系统工作现场照片



某广区实测结果

006 工业排放废水重金属在线监测技术系统

成果简介：

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。

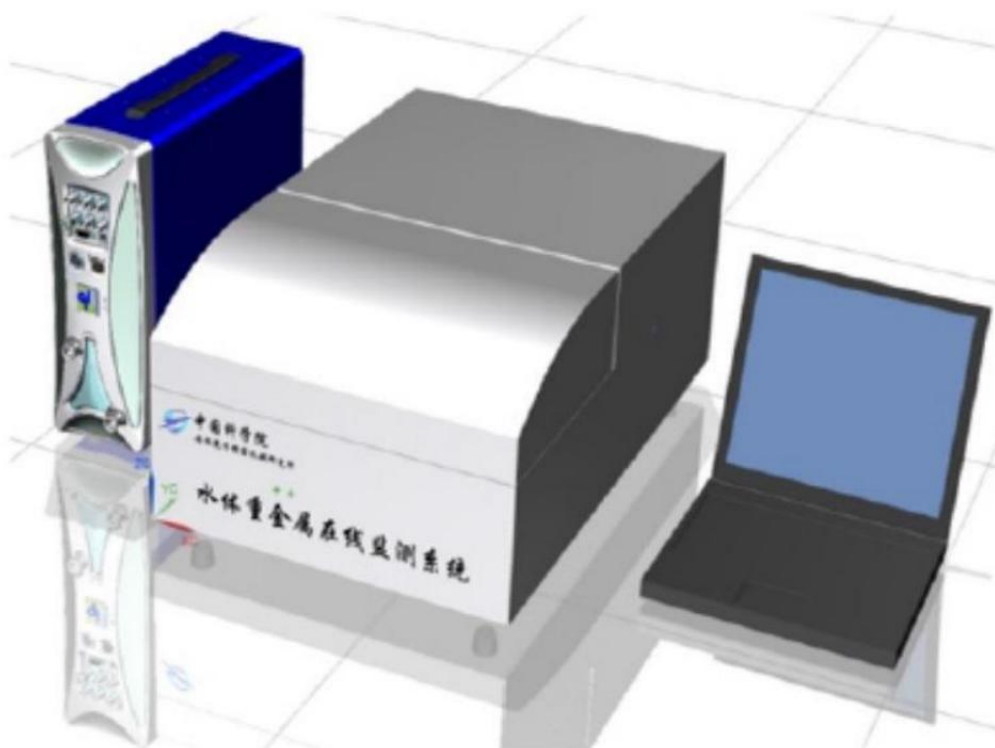
应用领域及市场前景：

可广泛应用于环境监测部门、环境管理、应急安全部门等。

拟转化的方式(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。

相关图片：



007 污染源超低排放 SO₂、NO_x 紫外原位便携技术及系统

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



008 水体浮游植物群落和浓度快速在线监测仪

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



009 车载大气污染立体分布及输送遥测系统

成果简介：

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。

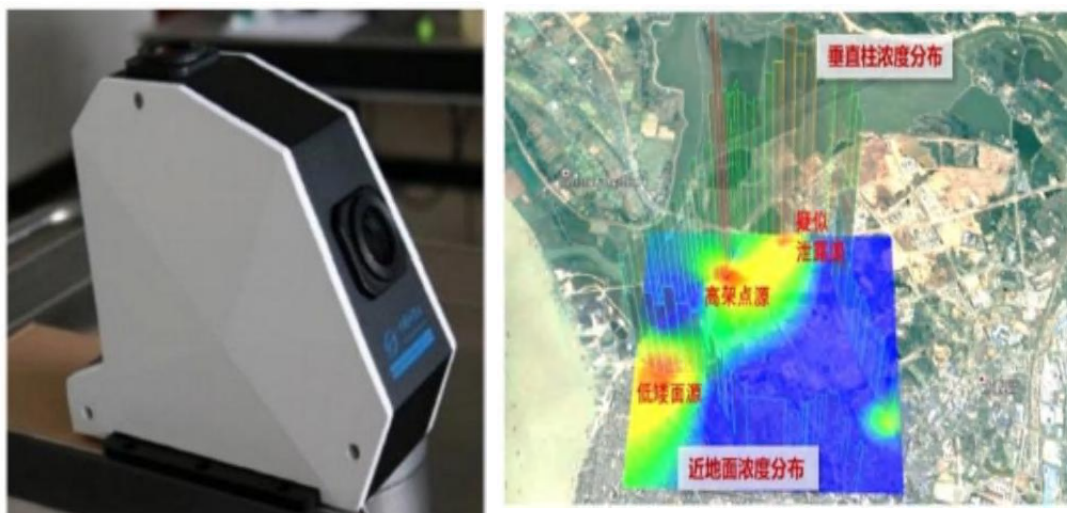
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



010 基于氧化钒的智能化节能环保技术

成果简介：

VO₂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 VO₂ 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 VO₂ 纳米材料的商业化提供了材料支持。

应用领域及市场前景：

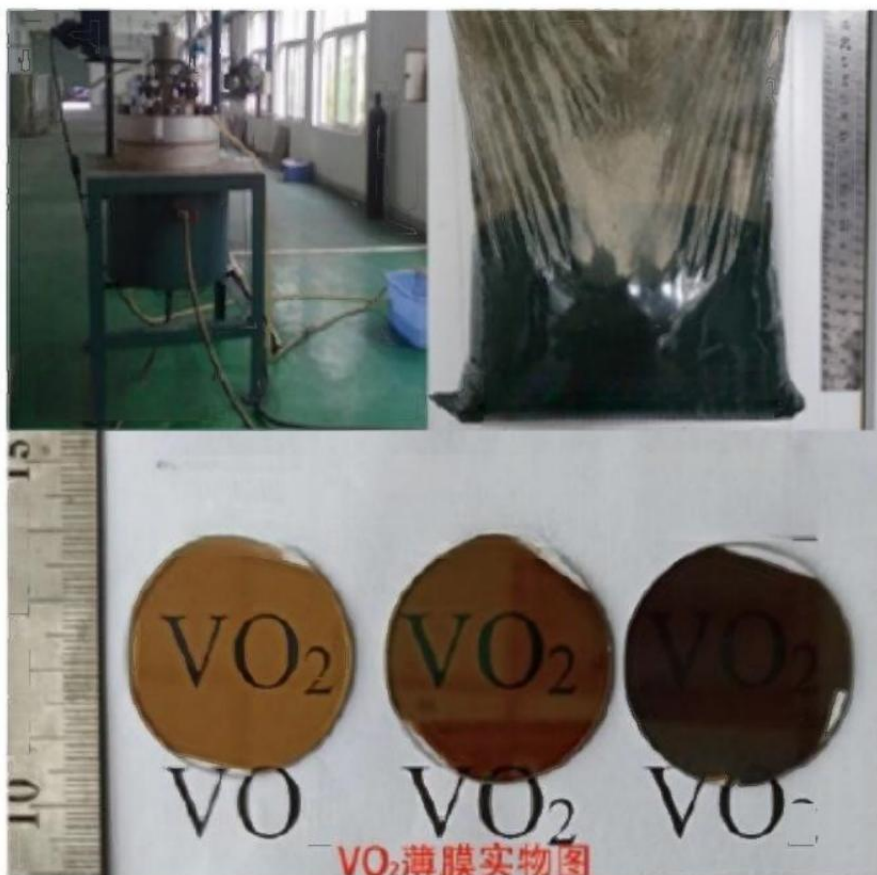
智能节能窗：窗户是室外与室内热量交换的主要路径，窗户节能是实现建筑节能的关键。

基于相变时显著的光电调控特性，对应 VO₂ 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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



011 氧化钛纳米筛光催化(水体/空气)净化器

成果简介:

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 $4\text{cm} \times 10\text{cm}$)。

应用领域及市场前景:

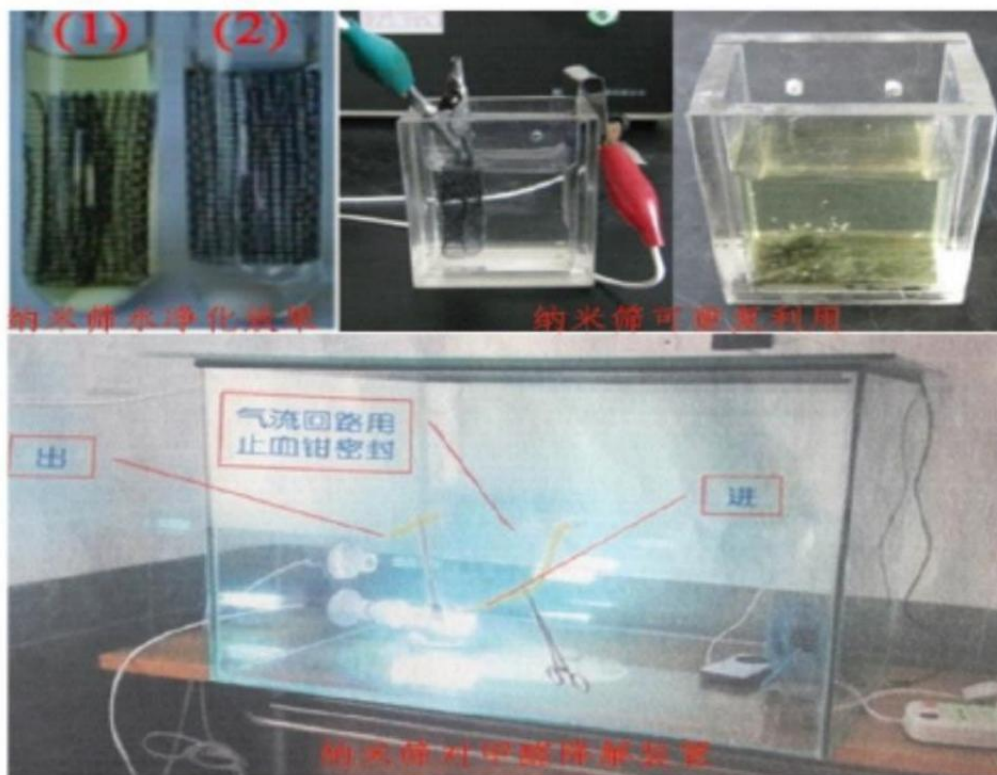
水体净化: 主体为工业废水中有机物及重金属(铬, 铅等), 以及饮用水的深度净化。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片:



012 机动车排放超细颗粒物数浓度(PN) 监测仪

成果简介：

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。

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

拟转化的方式(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。

相关图片：



013 河湖沉积物物理属性无人探测装置与系统

成果简介：

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探测与空间制图。

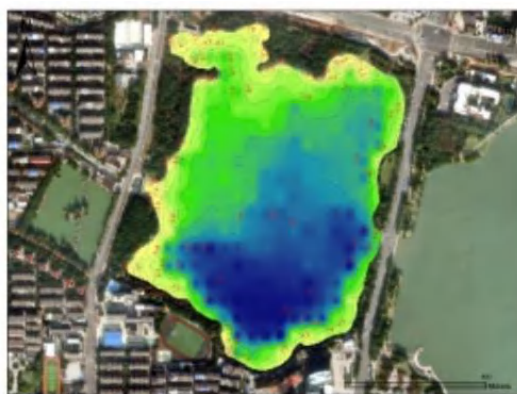
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

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

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



015 工业废水零排放及资源化利用关键技术

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



016 水体蓝藻磁捕和底泥洗脱生态修复技术

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



017 小型化大气环境监测红外激光雷达装备

成果简介：

- 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。

应用领域及市场前景：

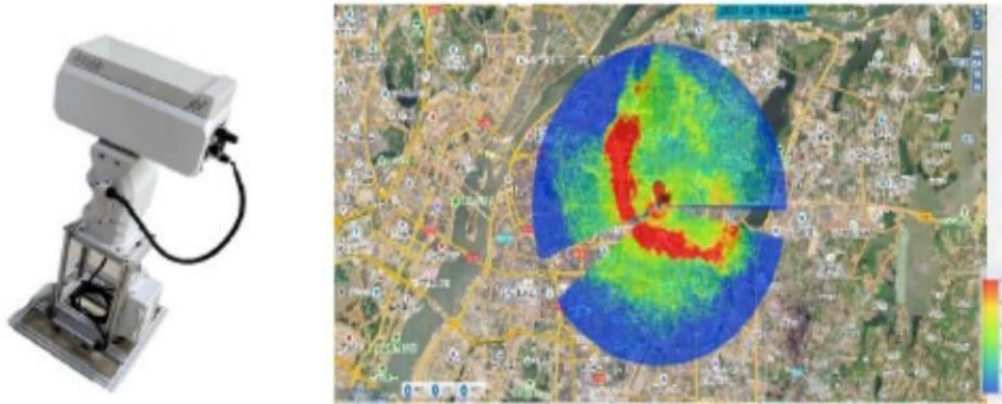
应用领域：气象、环保、交通、民航等领域。

领域	需求	规模	容量	数据来源
气象	云高、边界层高	2000+国家级地面气象站点	数十亿	预估
环保	污染传输	330 个地级市，2860 县级市	300 亿	中环协
交通	团雾监测	3188 处团雾多发路段	数十亿	公安部
民航	斜程能见度监测	241个民用运输机场	数亿	民航局

拟转化的方式(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。

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

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



019 材料辐照损伤的三维 MonteCarlo 并行开源软件

成果简介:

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。

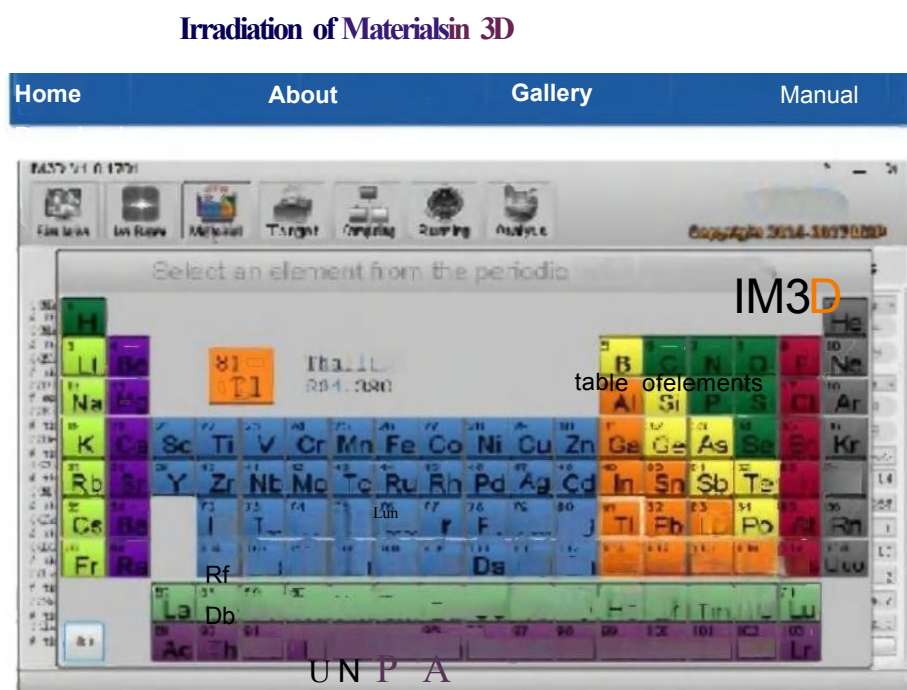
应用领域及市场前景:

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。

拟转化的方式(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。

相关图片:



020 基于大数据的自然交互意图理解和智能输入

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

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

成果简介:

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片:



022 全光纤列车接近施工人员安全预警系统

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

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

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



024 下一代现场痕量检测传感器及量产技术

成果简介：

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：-30-800C

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

拟转化的方式(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。

相关图片：



025 等离子体法热解锆英砂制备高纯氧化锆技术

成果简介：

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。

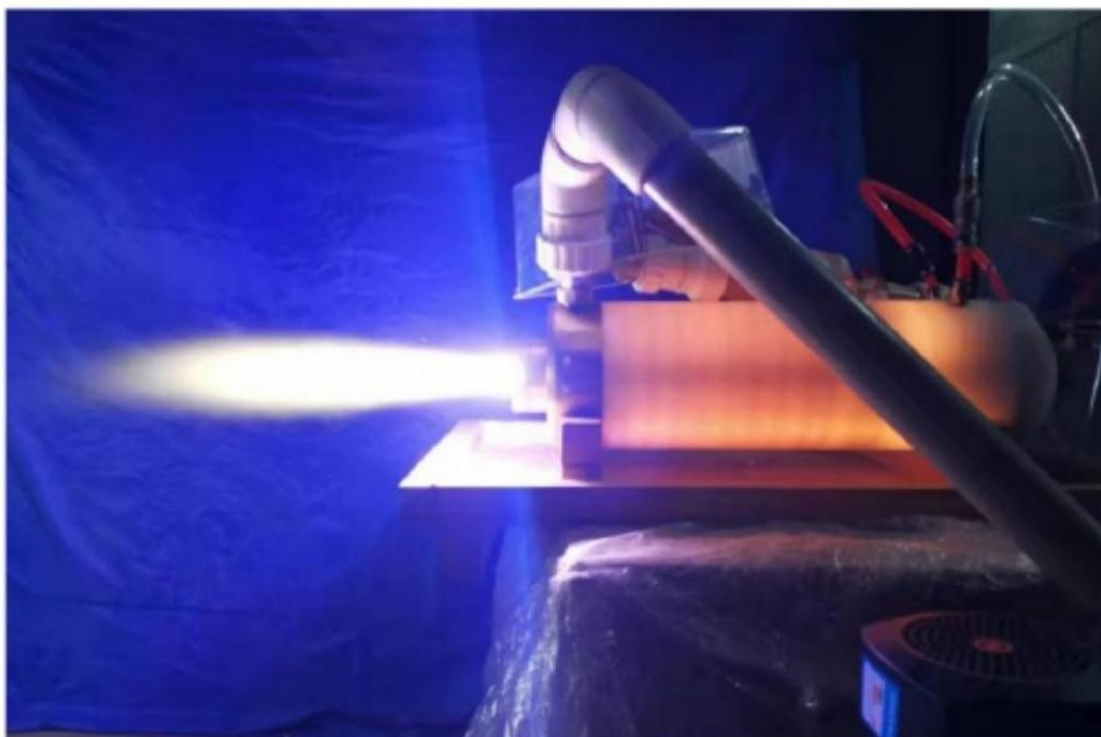
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



026 先进封装的 TGV 技术

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



027 高稳定性超导磁体

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



028 园区巡逻机器人

成果简介：

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位、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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



029 毒品快速检测仪

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(或合作模式)：

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。

相关图片：



030 毒物快速检测仪

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(或合作模式)：

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。

相关图片：



031 毛发毒品快速检测系统

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(或合作模式)：

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。

相关图片：



032 物质快速检测仪

成果简介：

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。

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 物医疗、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。

拟转化的方式(或合作模式)：

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。

相关图片：



033 动态准直傅里叶变换红外光谱分析技术

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



034 基于固态技术的高可靠性微波源

成果简介：

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。

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(<433MHz)，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(>433M)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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



035 番茄采摘机器人

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



036 低噪声无人机

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：

马无人机



悬停噪声：67.2dB

仿生降噪无人机



悬停噪声：64.6dB

037 微小部件高速高精度自动分拣装备

成果简介：

已开发出产品化样机，长时间稳定可靠运行；稳定检测精度 5 μ m, 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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



038 TPI300 数字投影仪

成果简介：

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 200×100mm,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。

应用领域及市场前景：

主要用于产品质量检测。

拟转化的方式(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。

相关图片：



039 视觉云参数观测仪ASC300

成果简介：

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。

应用领域及市场前景：

传感及测试测量以及气象等。

拟转化的方式(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。

相关图片：



040 高效永磁驱动无油润滑涡旋空压机

成果简介：

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。

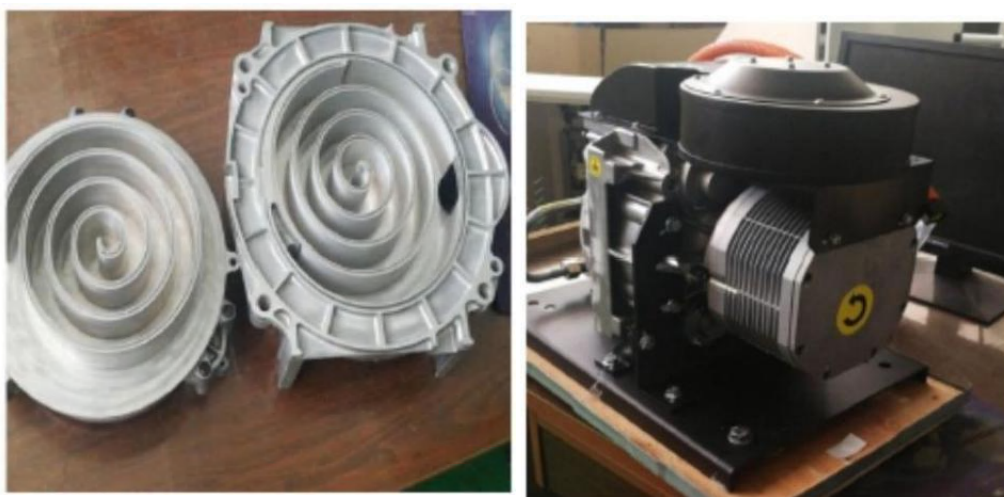
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



041 智能消防机器人装备

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



042 金微球阵列检测芯片

成果简介：

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、高质量结构、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！

应用领域及市场前景：

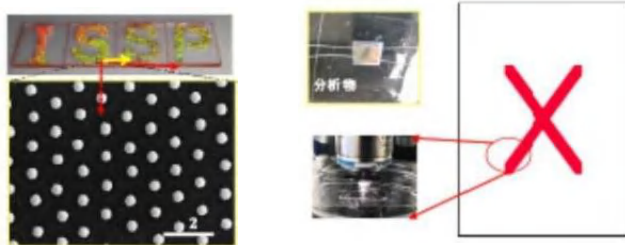
SLR 技术有两个应用方向，一个是对分子间相互作用的传感，实现高端分子互作仪，从而实现“进口替代”，主要用户是药企、医院、科研院校等。另一个是对生理指标的定量检测，实现便携式快检仪，我们的目标是在智慧社区率先推广。本项目优势是从根源出发，实现低成本、轻小型化的体外诊断仪。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片： i. 传感芯片 ii. 微流控系统 iii. 光学组件



043 超高温陶瓷粉体工程化制备

成果简介：

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。

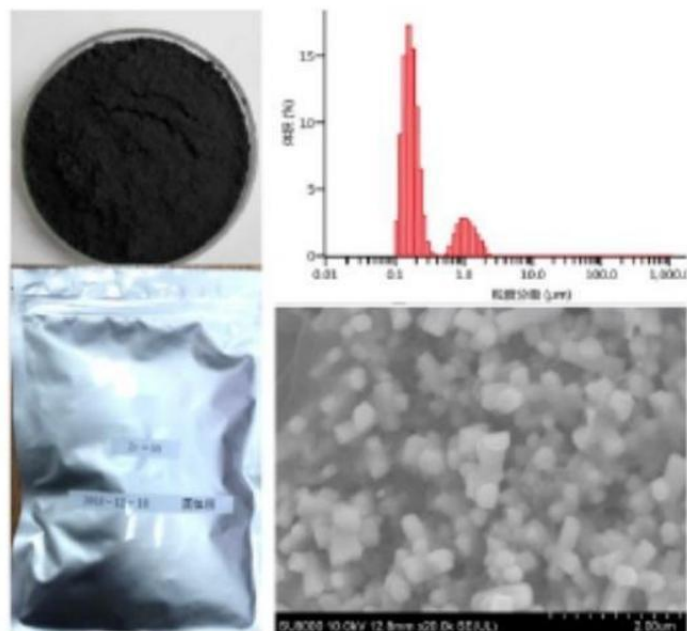
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



044 农产品重金属残留快速检测的可视化分析试纸研制

成果简介：

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。

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。

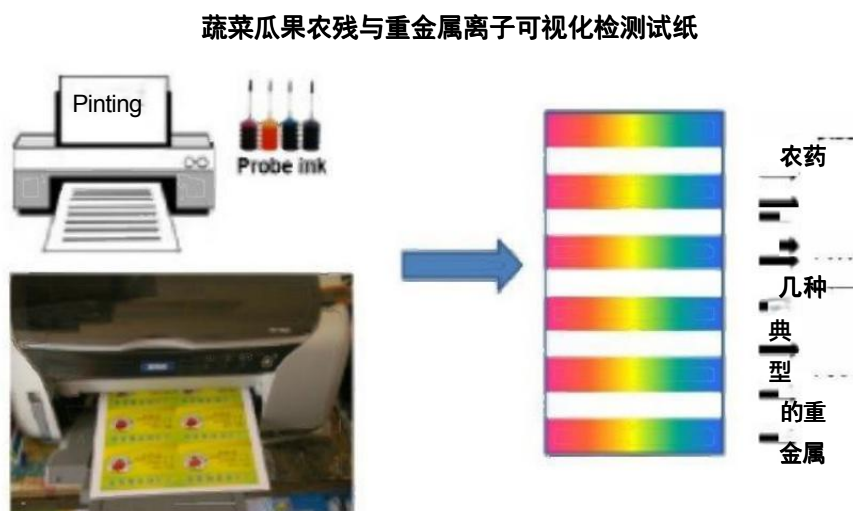
结合智能手机 APP,可进行多指标高通量同时定量检测 低成本，量化生成成本更低，

时间短：1 分钟，灵敏度：达到国家标准。

拟转化的方式(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。

相关图片：



045 面向航空航天领域高比强度高吸能Al基点阵材料

成果简介：

研制的Al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 40.4~43.7J/g，比强度达 90.5~92.2MPa/(g/cm³)。掌握了金属基点阵材料的计算机辅助设计技术，揭示了Al基点阵材料的应力应变行为、变形与破坏机制，提供了Al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。

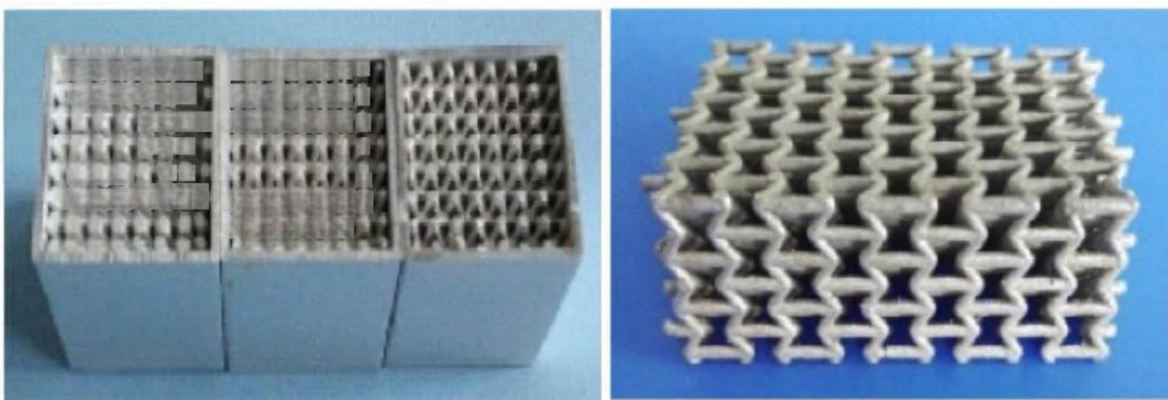
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

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

成果简介：

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。

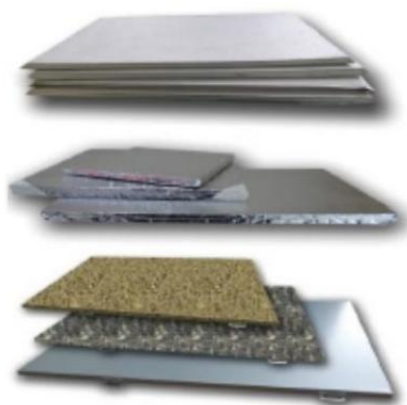
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



047 新型可调大晶格常数 GYSGG 单晶衬底

成果简介:

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 $R_a < 0.3\text{nm}$ 。

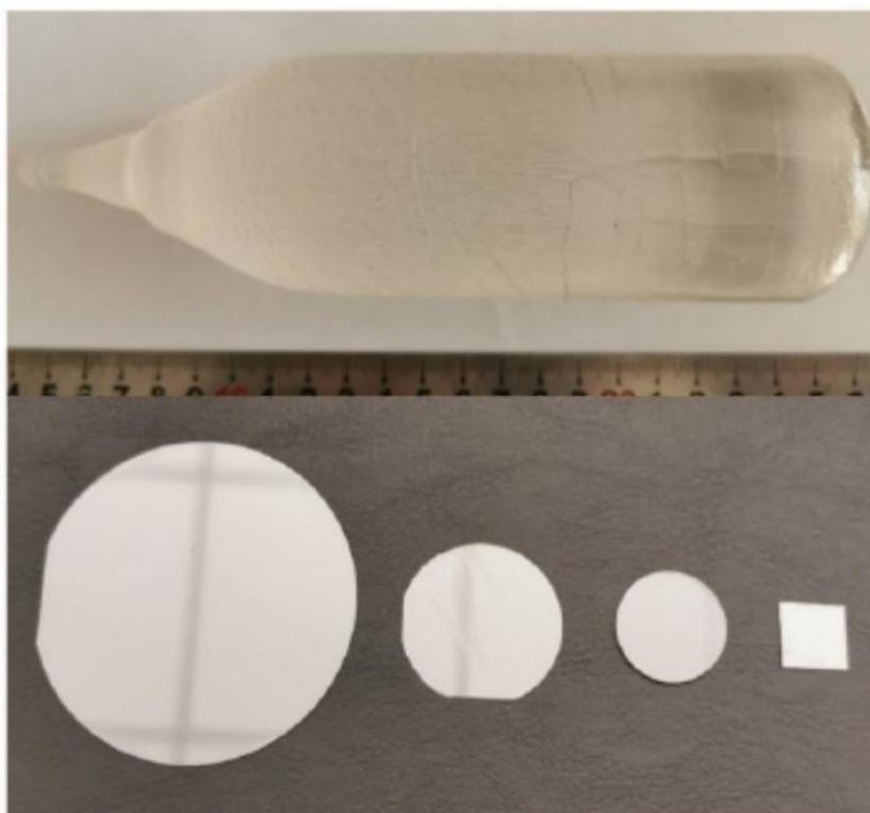
应用领域及市场前景:

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。

拟转化的方式(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。

相关图片:



048 红外高发射率涂层材料

成果简介:

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°C; 红外高吸收材料: 室温~700°C
- (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%

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。

拟转化的方式(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。



049 新型结构与功能一体化高效中子屏蔽材料

成果简介：

结构与功能一体化 Gd203-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 $\geq 10\%$ 。

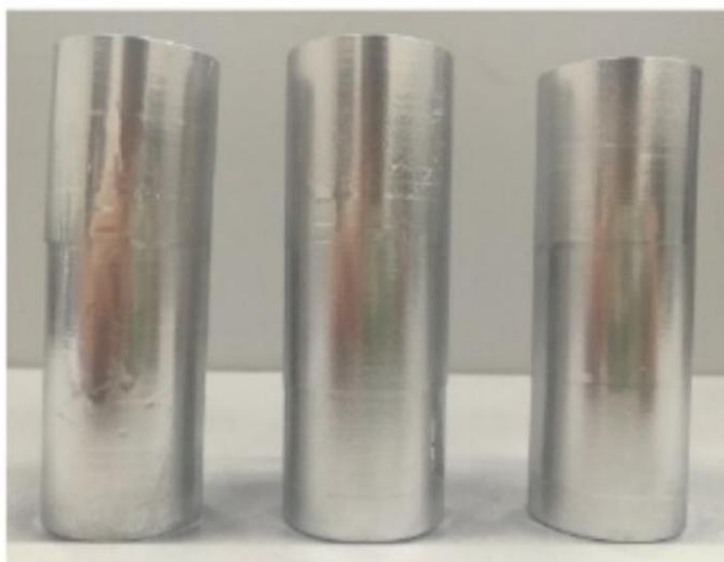
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

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

成果简介:

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 $\sim \varnothing (20-25)\text{mm} \times (120-150)\text{mm}$ 、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。

应用领域及市场前景:

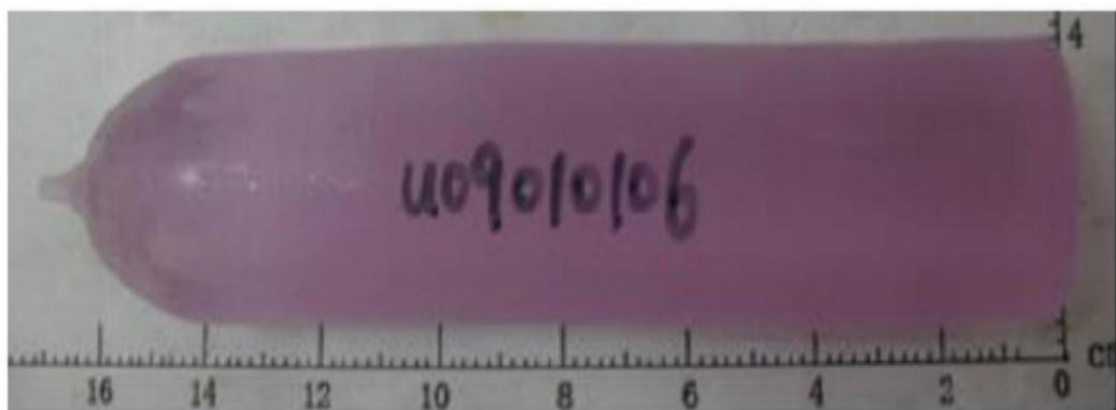
激光惯性约束核聚变点火装置,超大型钕玻璃激光器的种子源、预防和一级放大的工作介质;

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。

拟转化的方式(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。

相关图片:



051 高能量密度长循环寿命水系锌离子电池

成果简介：

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。

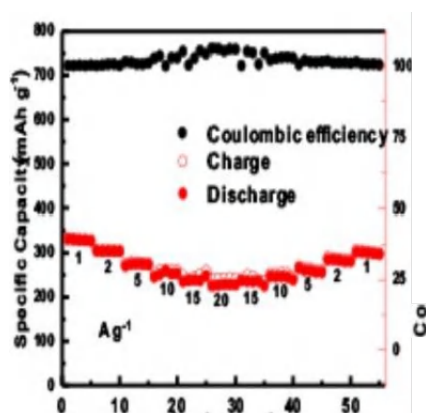
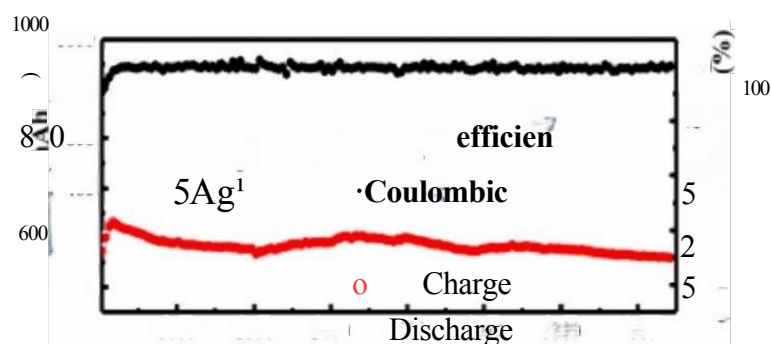
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



052 高性能钠离子电池硬碳负极材料

成果简介：

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%；

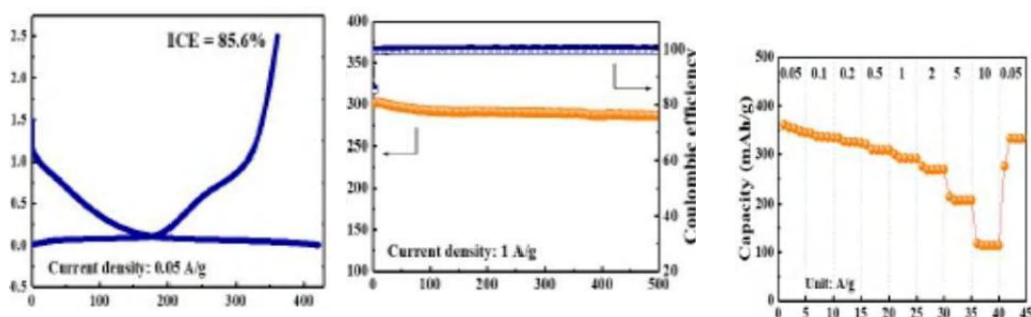
循环性能：在 1A_g-1 电流密度下经过 500 次循环，容量保持率95%；倍率性能：在 5A_g-1 电流密度下，比容量为 206.1mAh_g-1。

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 67.4Gwh。

拟转化的方式(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。



053 高效全电解水制氢关键催化剂材料

成果简介：

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。

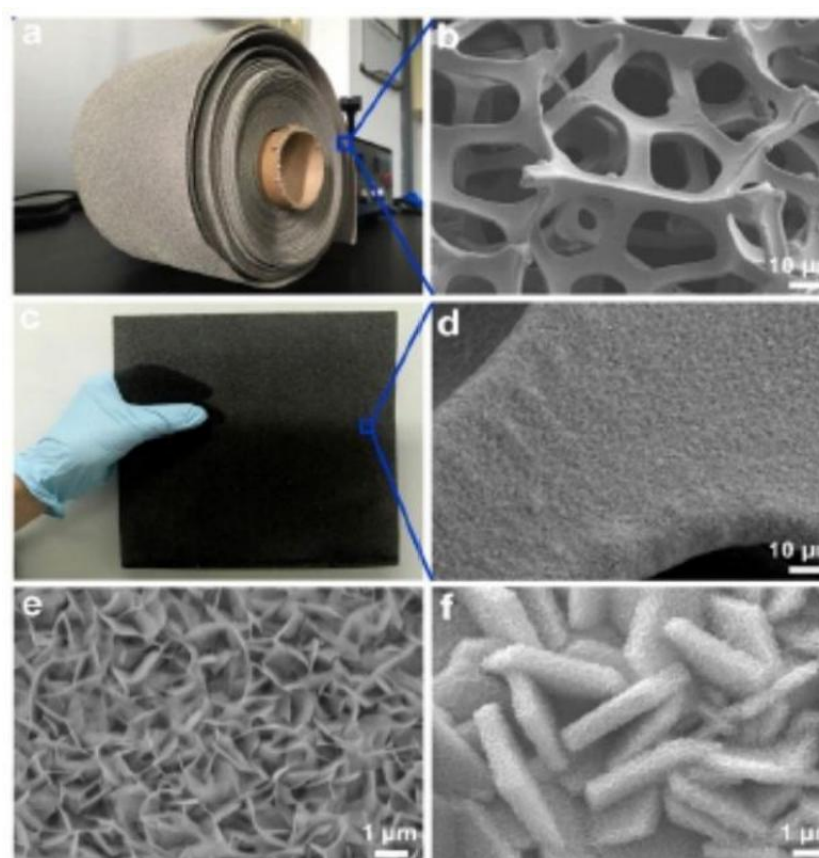
应用领域及市场前景：

氢能应用。面向氢能的需求，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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



054 氢燃料电池材料与器件

成果简介：

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。

应用领域及市场前景：

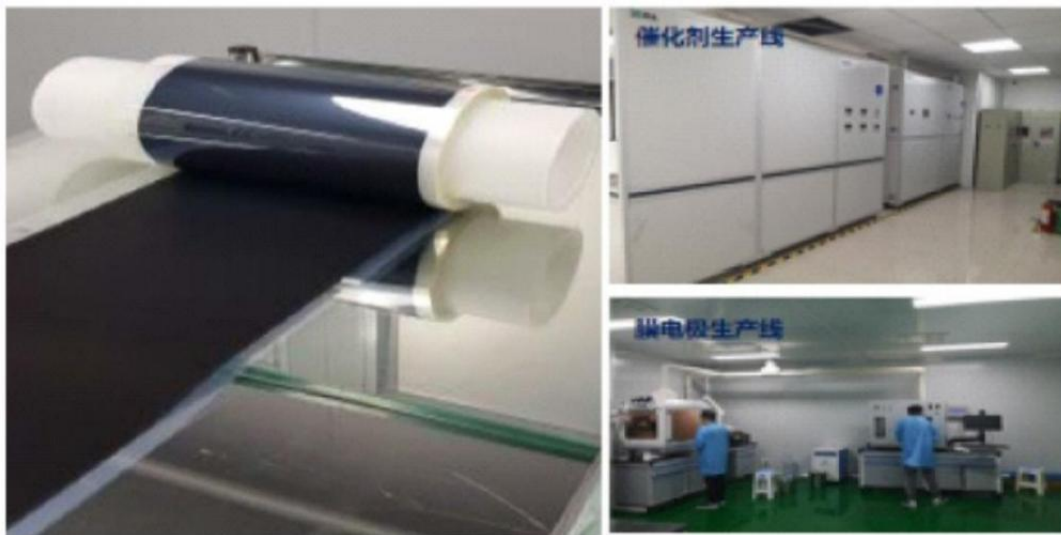
面向氢燃料电池领域关键材料与器件的国产化和产业化需求，开展低成本、高效能氢燃料电池催化剂及

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



055 气凝胶吸附材料

成果简介：

发展了室温下水相、快速合成了轻质、尺寸可控的多孔网络状气凝胶材料，该技术成本低、绿色环保，在二氧化碳捕集、重金属高效去除、电子废弃物中高值金属分离回收领域有重要应用价值。

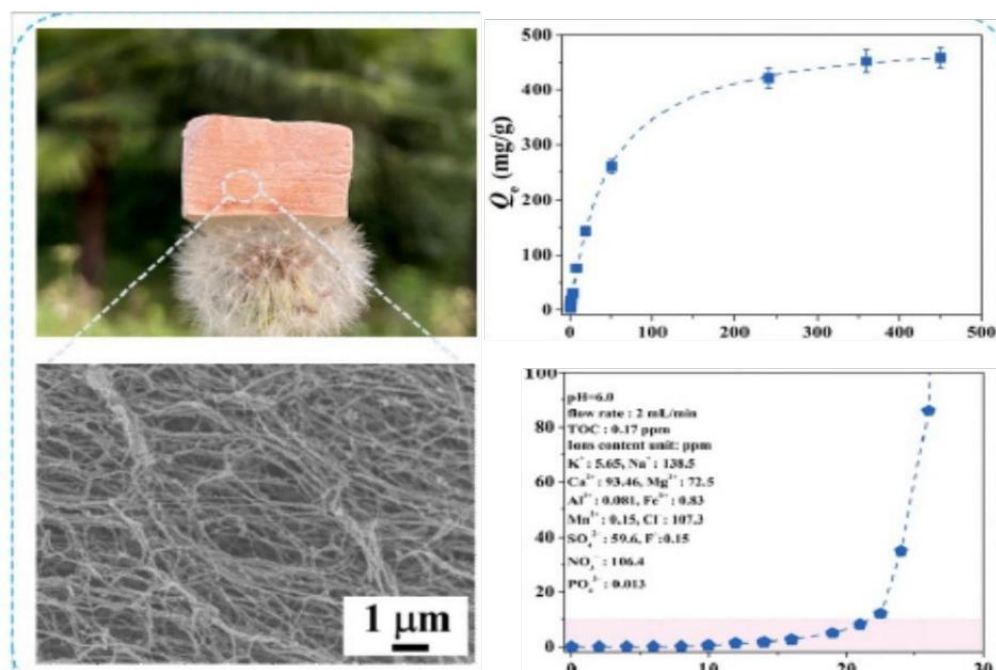
应用领域及市场前景：

污染物治理与水体修复。气凝胶不仅具有优越的污染物去除能力还具备良好的柔韧性、可塑性和机械强度等，有望规模化水处理应用；气凝胶可代替传统的纳米吸附材料，适用于复杂水质及多场景中的水体修复。

拟转化的方式(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。

相关图片：



056 低温共烧陶瓷

成果简介：

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。

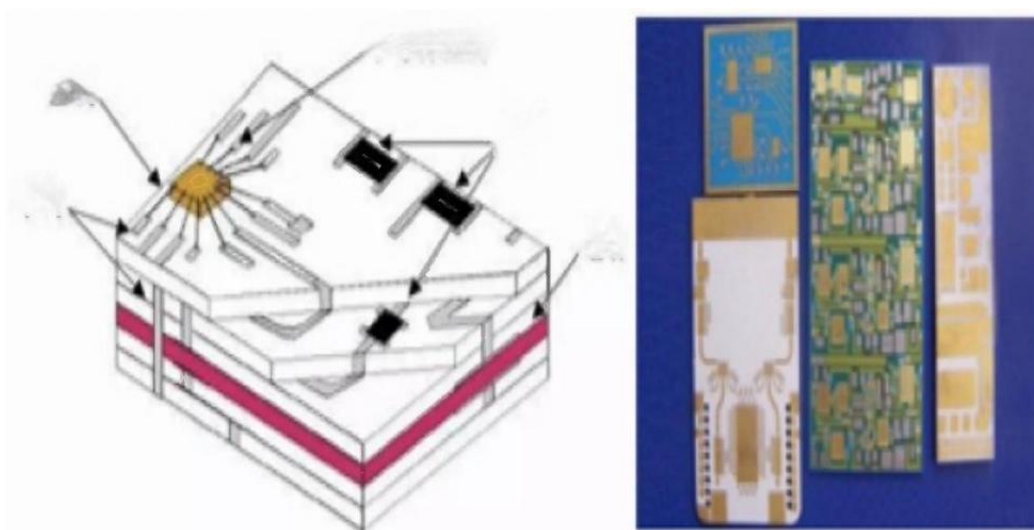
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



057 石墨烯基电磁波屏蔽材料

成果简介：

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 (8-12GHz)表现出高达 79dB 的屏蔽效能，其中吸收占比 85%。

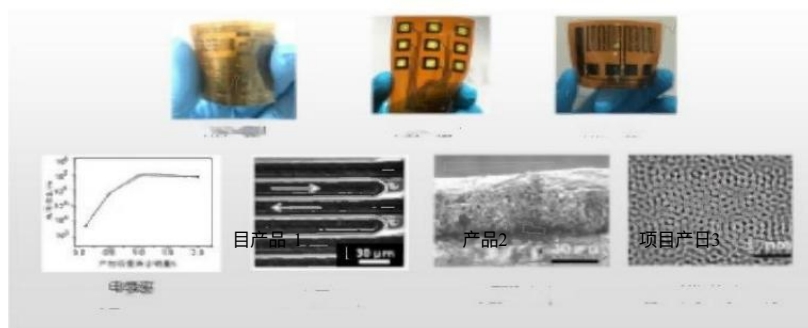
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



058 高效减振阻尼合金

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



059 ZK-1铁碳微电解水处理材料

成果简介：

ZK-1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。

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-1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。

拟转化的方式(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。

060 微纳吸附助凝除氟技术

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



061 生物组织元素分布高空间分辨快速成像技术

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



062 宫颈癌联合放疗精准剂量评估及其临床应用研究

成果简介：

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。

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。

。

拟转化的方式（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。

063 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

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



064 新冠病毒抗体检测试剂盒用图像检测和标记系统

成果简介：

新型冠状病毒(SARS-CoV-2)IgM/IgG 抗体检测试剂盒的 M G C 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。

应用领域及市场前景：

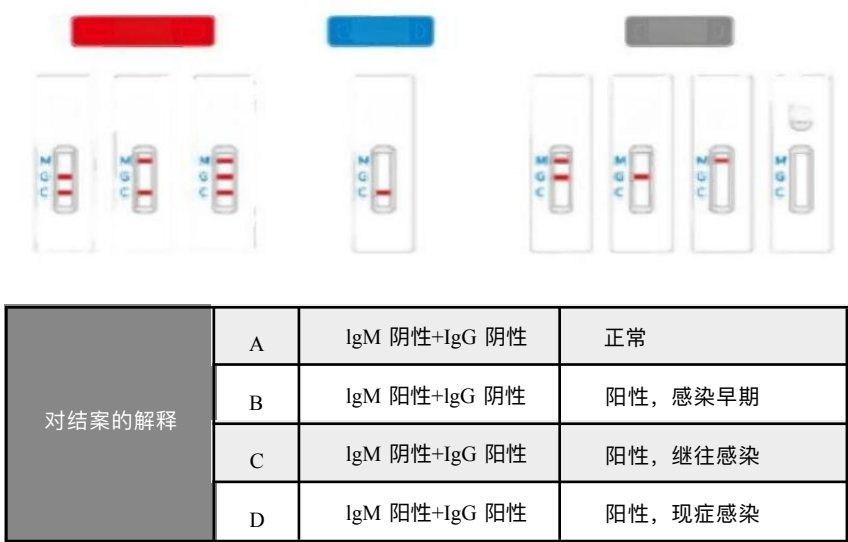
该系统主要面向体外检测试剂等需要人工密集检查的产业，可实现产品质检的高质高效检测，保障产品质量。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



065 维生素 K2 功能食品的开发、示范和推广

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



066 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

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



067 青少年基本运动技能智能化检测与提升训练系统

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



068 呼气质谱快速筛查吸毒人员的新技术

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



069 一体化微流控核酸现场快检系统

成果简介：

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。

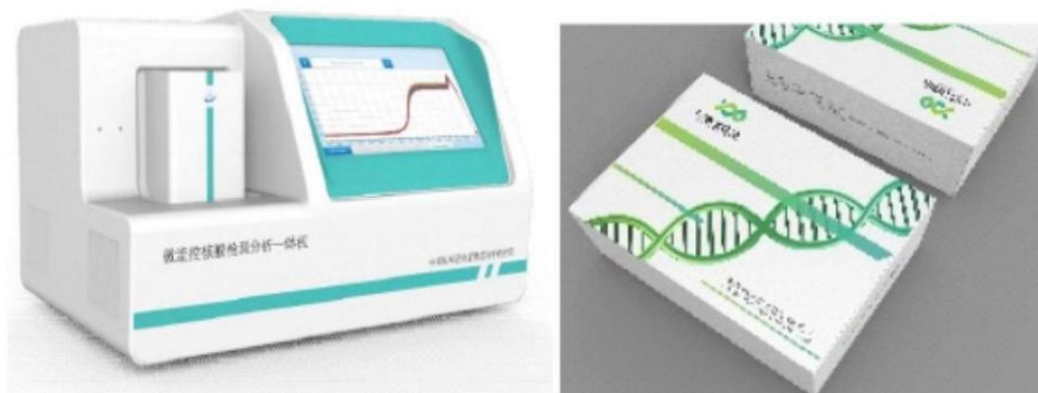
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



070 皮肤胆固醇无创检测系统

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



071 肺癌穿刺智能手术导航系统

成果简介:

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。

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。

拟转化的方式(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。

072 双模式钕激光治疗仪

成果简介：

已经完成了双模式钕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 2~3 μm 波段高能量、窄脉冲电光调 Q 激光输出，其中 2.79 μm 钕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 台钕激光牙科治疗样机，均达到临床设计要求。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



073 一种预测脑转移瘤放疗疗效的影像组学模型

成果简介：

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。

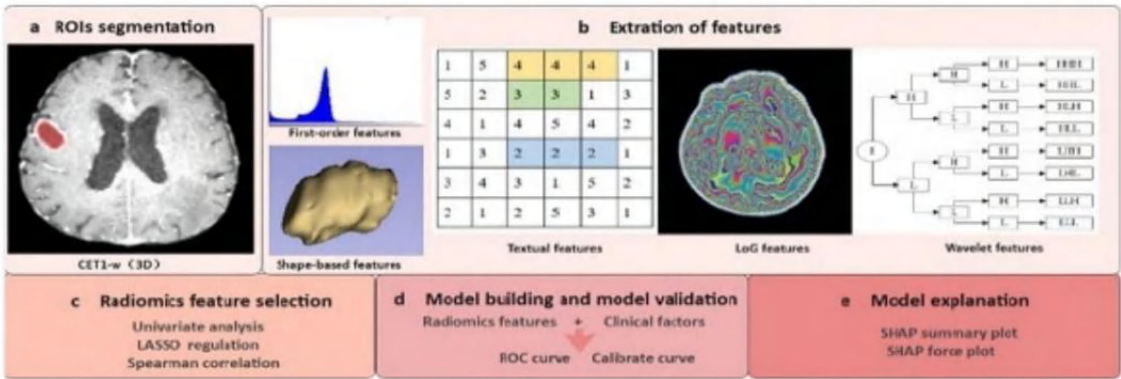
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



074 一种宫颈病变筛查新方法

成果简介：

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。

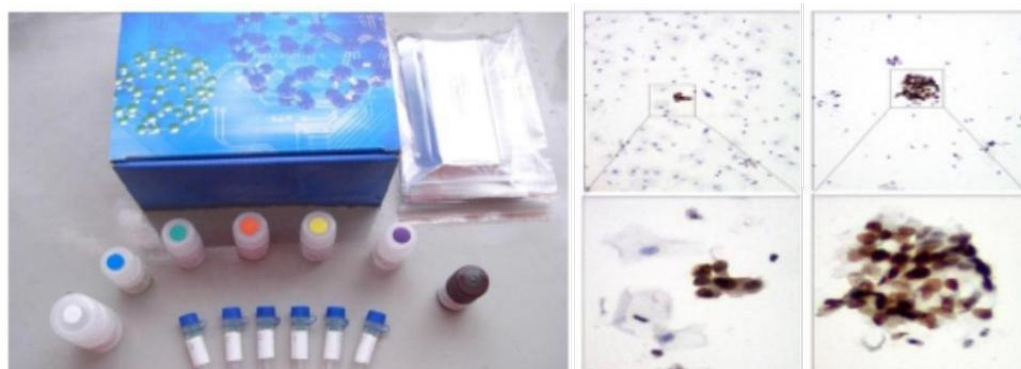
应用领域及市场前景：疾病筛查与诊断。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



075 一种乳腺癌新辅助化疗敏感性预测方法

成果简介：

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。

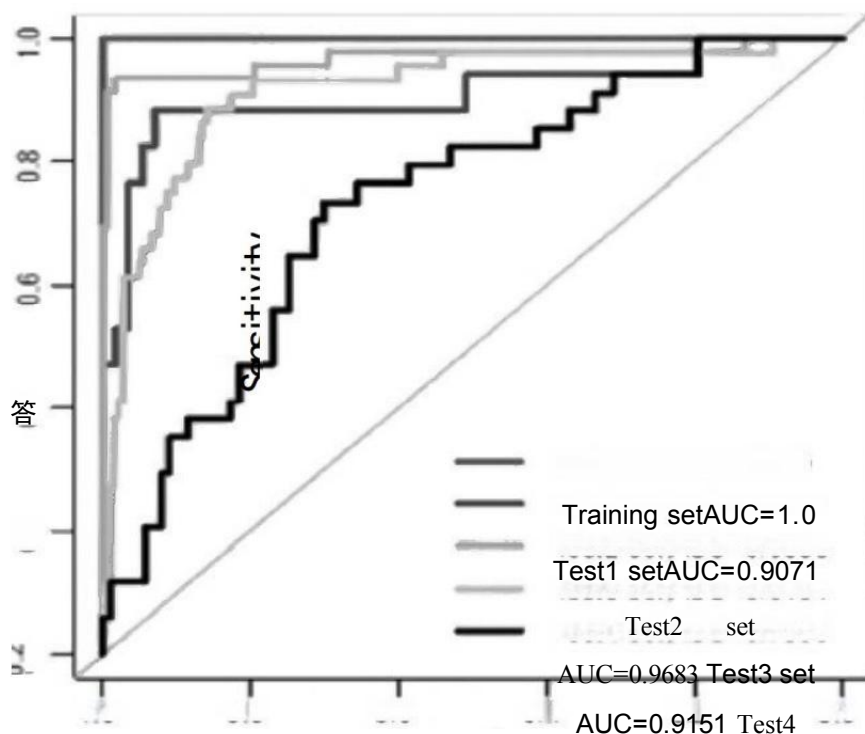
应用领域及市场前景：肿瘤基因检测与医学诊断。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



076 新冠病毒抗体检测试剂盒用图像检测和标记系统

成果简介：

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90min 内完成。

应用领域及市场前景：

核酸快速检测。

拟转化的方式(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。

相关图片：



077 成瘾运动神经反馈康复装置

成果简介：

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。

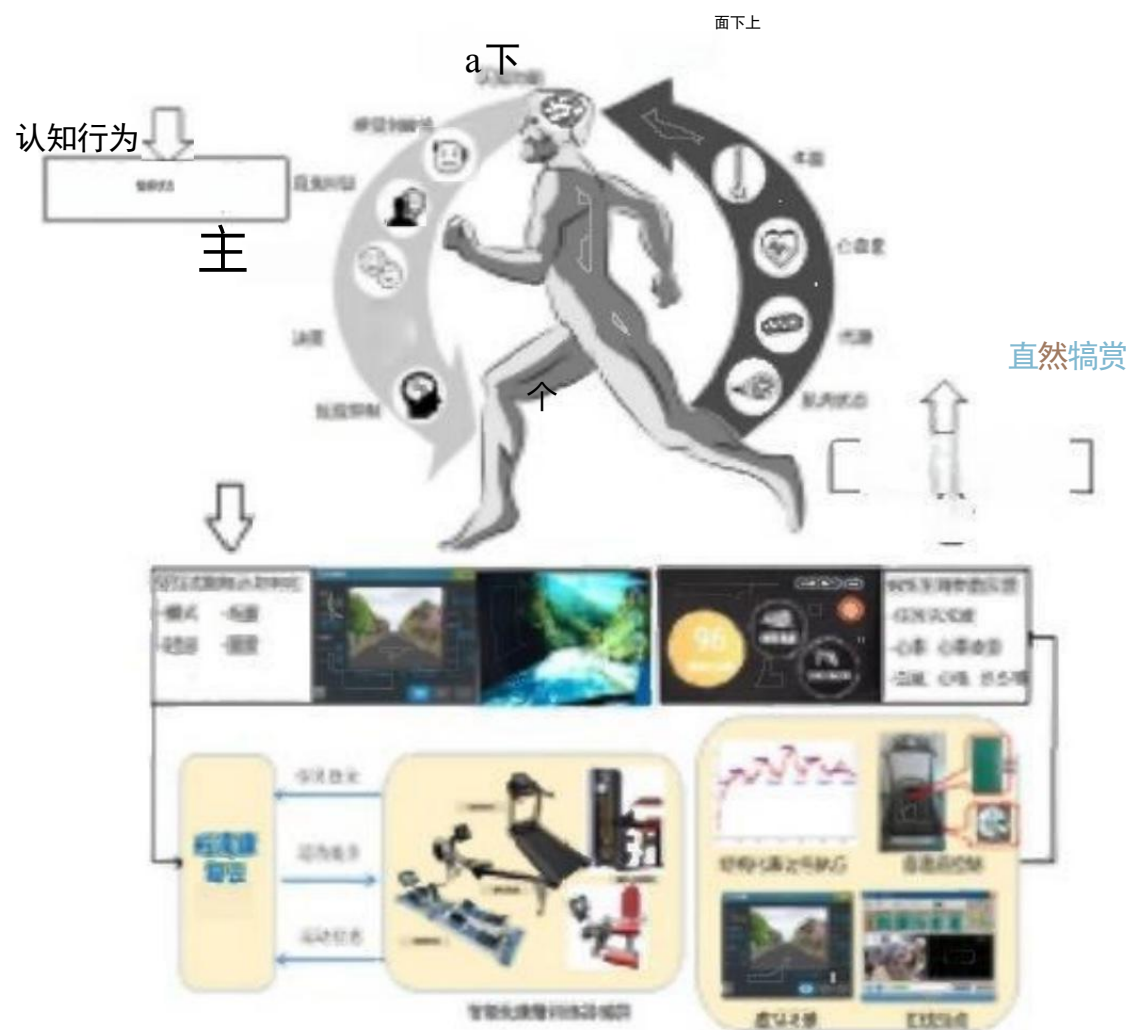
应用领域及市场前景：

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



078 云边协同的智慧健康小屋

成果简介：

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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



079 数字 PCR 生物芯片阅读仪

成果简介：

数字 PCR 即 DigitalPCR(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。

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。

拟转化的方式(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。

相关图片：



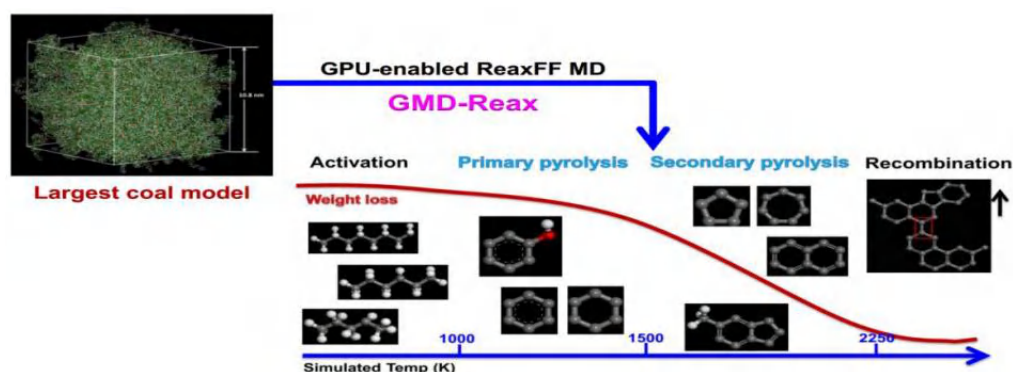
中国科学院 过程工程研究所

080 基于 GPU 的 ReaxFFMD 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 ReaxFFMD 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。

中国科学院 金属研究所

081高温合金材料

应用范围:

高温合金材料是航空发动机及燃气轮机动力装备的核心材料,主要用于制作涡轮工作叶片、导向叶片和涡轮盘等关键热端部件。

技术简介: 自上世纪 60 年代以来,金属所成功研发出一系列的镍基及钴基高温合金材料,

满足了我国系列在役、在研、预研航空发动机及燃气轮机对高温合金材料的需求。

1.普通铸造合金: K40M、M951、K465、K416B、IN792 等普通铸造高温合金。

2.定向凝固合金: DZ40M、DZ951、DZ38G、DZ408 等定向凝固高温合金。

3.单晶高温合金:

第一代镍基单晶高温合金: DD407、DD408、DD499;

第二代镍基单晶高温合金: DD405、DD432、DD498 系列(无 Re)、DD419;

第三代镍基单晶高温合金: DD490、DD493;

第四代镍基单晶高温合金: DD491;

第五代镍基单晶高温合金: DD495;钴基单晶合金: DD468。

4.变形高温合金: GH4810。

主要指标(特点):

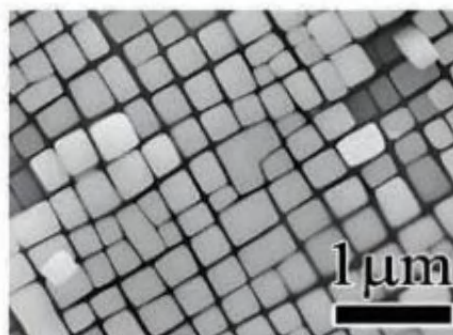
1.951 系列合金强度高,铸造性能好,可制作多种高温结构部件;

2.K416B 合金 W 含量达到 16%,瞬时强度高;

3.DD498 系列合金不含稀贵金属 Re 等,承温能力与典型第二代单晶合金相当;

4.DD491 第四代单晶合金承温能力达到 1140°C;

5.GH4810 合金承温能力达到 750°C。



1. 单晶高温合金中 γ 相的形貌



图 2.母合金

082 第三代镍基单晶高温合金DD33

应用范围：

用于先进航空发动机漏轮叶片材料。

技术简介：为满足航空发动机效率的不断提升的需求，高温合金从等轴晶、定向柱晶发展到单晶合金。之后，通过添加贵金属元素Re 和 Ru,研制出承温能力更高的高代别单晶合金。Re、Ru 全球储量有限，是重要的战略元素，导致高代别单晶合金成本高，极大地限制了其应用。因此，课题组致力于低成本(低Re、Ru 含量)单晶合金研发。经过十余年的不懈努力，成功研制了第三代镍基单晶合金 DD33,并申请了国家发明专利(图 1)。

DD33 合金在性能达到国外典型三代单晶合金水平的前提下，Re 含量仅为4wt.%,成本接近二代单晶水平。同时，合金具有良好的铸造性能，采用该合金已经成功制备多型叶片(图 2)。

主要指标(特点)：

1100°C/150MPa≥100h



083 第三代镍基单晶高温合金DD93

应用范围:

航空/航天/空天发动机、燃气轮机等动力装备

技术简介:

金属所开发的 DD93 镍基单晶高温合金, 基于低成本化设计原理, 实现承温能力与第三代商用单晶合金(CMSX-10/Ren N6)相当, 材料成本较典型三代合金降低 40%以上(与含 3wt9%Re 的第二代合金相当)。该合金兼具低密度与良好铸造工艺性, 已成功制备复杂单晶叶片构件, 技术成熟度达 5 级, 具备航空发动机热端部件工程化应用条件, 为高温合金低成本化提供自主技术方案。

主要指标(特点):

- 1.拉伸强度: 1120 C;
- 2.屈服强度: >350MPa;
- 3.抗拉强度: >400MPa;
- 2.持久寿命: 1120 C/137MPa>120h;
- 3.密度: <8.9g/cm³。

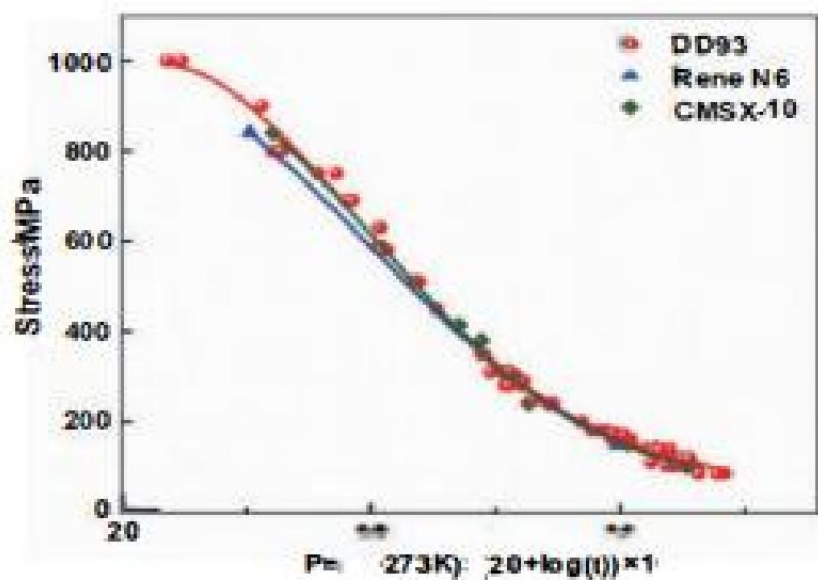


图1. DD93合金与典型第三代单晶合金的持久性能对比

084 高强耐蚀高温合金

应用范围：

主要用于制造燃气轮机核心热端部件，也用于能源、运输和石油化工等领域，可以在高温高应力强氧化腐蚀环境中长时间工作。

技术简介：

研发的高强耐蚀高温合金(如 K452、K446 和 GH4413 等)已用于多种型号燃气轮机，包括船舶燃机、输气增压燃机、小型装备燃机及重型燃机等。首台具有完全知识产权重型燃机 R0110 或 AGT-110,使我国成为世界上第四个能独立生产重型燃机的国家。两种变形高温合金(GH1059 和 GH1057)具有较高强度、优异的抗辐照性能、抗冲击性能和微观组织稳定性，而且可耐极端环境腐蚀，前者用于制造第四代先进核反应堆管件，后者可用于制造先进高温核反应堆容器。

定向凝固高温合金：DZ444、DZ445、0Z483

普通铸造高温合金：K445、K447、K452、K446

变形高温合金：GH4413、GH2107、GH1059、GH1057

主要指标(特点)：

耐高温、高应力，抗氧化和热腐蚀，长寿命。

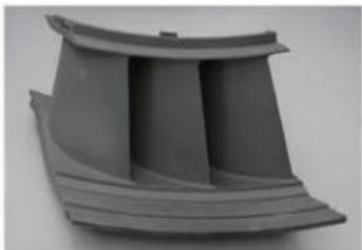
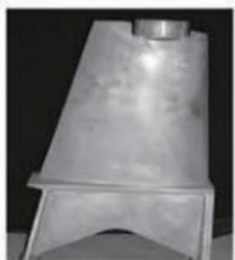


图 1. 铸造高温合金导向叶片图



2. 变形高温合金涡轮动叶图



2. 铸造高温合金整流支
3.



柱图4 核用变形高温合金管件

085 抗热腐蚀单晶高温合金DD483

应用范围:

地面燃气涡轮工作叶片等热端部件。

技术简介: DD483 是镍基沉淀强化型单晶高温合金。合金成分简单, 密度较低, 具有较好的抗热腐蚀性能, 良好的单晶铸造性能。合金不含稀缺贵重元素、成本较低, 适合于制作 1050°C以下具有复杂内腔的燃气轮机工作叶片等高温部件。该合金目前处于实验室开发阶段。

主要指标(特点):

- 1.DD483 合金室温拉伸性能: $\sigma_b \geq 1100\text{MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 1000\text{MPa}$, $S \geq 59\%$, $W \geq 5\%$;
- 2.1000°C 拉伸性能: $\sigma_b \geq 500\text{MPa}$, $\sigma_{0.2} \geq 300\text{MPa}$, $R \geq 109\%$, $W \geq 10\%$; 980°C/ 250MPa 持久寿命 $\geq 50\text{h}$, $S \geq 10\%$;
- 3.高温抗氧化、抗腐蚀性能及铸造性能与 IN738LC 合金相当。



图 1.D0483 单晶合金叶片毛坯件

086 耐腐化物熔盐腐蚀高温合金

应用范围:

氯化物、氟化物腐蚀环境下可使用的结构件合金。

技术简介: 研发了在 700°C以下耐腐化物熔盐腐蚀的结构合金, 可铸造使用也可做变形合金, 管、棒、板及各种型材。

主要指标(特点):

- 1.室温: 抗拉强度(MPa) ≥ 690 , 屈服强度(MPa) ≥ 280 , 延伸率(%) ≥ 20 ;
- 2.700°C: 抗拉强度(MPa) ≥ 480 , 屈服强度(MPa) ≥ 200 , 延伸率(%) ≥ 30 ;
- 3.650°C氟盐腐蚀速率 $< 0.025\text{um}$ 。

087 耐高温、耐蚀、长寿命铸造镍基合金

应用范围:

适用于高温、水蒸汽氧化、腐蚀环境,主要用于先进超超临界电站中热端铸造部件制造,如气缸、阀体等,还可用于石油化工、航空航天和其它高温、氧化腐蚀服役条件下部件的制造。

技术简介:

通过材料优化设计,突破镍基高温合金真空冶炼工艺,开发了可采用非真空冶炼、砂型铸造,适用于先进超超临界电站汽轮机气缸等大型铸件的镍基耐热合金 K325(服役温度 $\leq 700^{\circ}\text{C}$)。该合金不仅具有传统高温合金高温高强的特点,还具有优异的铸造工艺性和可焊性,室温强度和塑性高于 IN625 合金, $700^{\circ}\text{C}/10$ 万小时外推持久强度、抗蒸汽氧化、抗 SO_2 气氛和煤灰腐蚀能力与 N625 合金处于同一水平,可制备出 1-10 吨级大型铸件。开发的镍基耐热合金 K317 最高服役温度可达 750°C ,其力学性能、抗蒸汽氧化、 SO_2 气氛和煤灰腐蚀能力与 IN617 合金处于同一水平,可用于先进超超临界电站铸造部件制造。技术成熟度: K325 和 K317 合金处于中试放大阶段。

主要指标(特点):

1. K325 合金 $700^{\circ}\text{C}/10$ 万小时外推持久强度约 130MPa;
2. 室温拉伸: 抗拉强度 $\geq 550\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 260\text{MPa}$,延伸率 $\geq 60\%$,面缩率 $\geq 60\%$;
3. 700°C 拉伸性能: 抗拉强度 $\geq 270\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 150\text{MPa}$,延伸率 $\geq 45\%$,面缩率 $\geq 50\%$ 。



图 1.3 吨阀体毛坯件

088 GH4169 等主干变形高温合金

应用范围：

GH4169(IN 718)及 GH4065A 等镍基变形高温合金是航空发动机、航天飞行器及高端工业装备的“主干”材料。其核心价值在于优异的综合性能；在 650-750°C 高温下保持高强度、出色的抗疲劳、抗氧化和耐腐蚀能力，以及良好的工艺适应性。它们被广泛用于制造涡轮盘、压气机盘、轴、紧固件等关键热端承力部件，是支撑现代航空动力系统高推重比、高可靠性和长寿命不可或缺的核心材料。

这类关键构件的制备技术特征集中于高纯净熔炼、精确热加工与严格组织控制。核心流程包括：真空感应、电渣和真空自耗重熔确保高纯净度与成分均匀性；大变形高温锻造实现致密细晶组织与近净成形；复杂的热处理制度(固溶+多级时效)精确调控强化相。难点在于严控冶金缺陷、均匀组织、精确匹配热工艺窗口以平衡强韧性与持久蠕变性能，确保极端工况下的高可靠性。

主要指标(特点)：

- 1.高可靠性；
- 2.高稳定性；
- 3.长寿命。



图 1.GH4169 合金整体叶盘

089 大型复杂结构件用K4750 合金

应用范围：

主要应用于航空、航天等领域承温 750°C以下的大型薄壁复杂结构部件。该合金 650°C以上拉伸强度、持久强度优于 K4169 合金，且铸造性能和焊接性能也优于 K4169 合金，可在更高使用温度环境下替代 K4169 合金。

技术简介：

K4750 合金通过设计较低的Al+Ti含量提高铸造性能和焊接性能、较高的Ti/Al 比提高合金高温强度；采用优化真空冶炼技术实现 1000kg 级 K4750 母合金中主元素成分均匀性控制、杂质元素超低含量控制；利用热控铸造技术，设计型壳与熔体的温度梯度，实现细小等轴晶晶粒铸件制备；改进热等静压/热处理技术，显著提高了铸件的质量和力学性能。技术成熟度；成熟产品。制备的直径 1000mm 左右、最薄壁厚 2mm 的斜支板承力框架铸件已应用在我国重要型号航空发动机上，解决了原 K4169 合金铸件热裂难题。

主要指标(特点)：

- 1.合金室温拉伸性能： $R_m \geq 950\text{MPa}$, $R_{p0.2} \geq 750\text{MPa}$, $A \geq 49\%$, $Z \geq 49\%$; 750°C拉伸性能： $R_m \geq 800\text{MPa}$, $R_{p0.2} \geq 600\text{MPa}$, $A \geq 6\%$, $Z \geq 8\%$; 750°C/430MPa 持久性能： $T \geq 100\text{h}$;
- 2.铸件在均匀化和固溶处理后室温硬度 $\leq 25\text{HRC}$,在均匀化、固溶处理和时效之后的室温硬度在 34-40HRC 范围内;
- 3.铸件表面粗糙度 $R_a \leq 3.2\mu\text{m}$;
- 4.铸件荧光渗透检验满足 HB/Z61标准中B 级要求;
- 5.铸件 X 射线检验满足 HB/Z60 标准中B 级要求。



图 1.高纯 K4750 母合金



图 2.K4750 合金铸件

090 800°C用大型薄壁复杂结构铸件材料 K4800 合金

应用范围:

K4800 合金主要应用于先进航空、航天飞行器大型薄壁复杂结构热端部件的制备。该合金在最高至 800-850°C具有优异的力学性能和组织稳定性,同时兼具良好的铸造性、焊接性和机械加工性,可充分满足部件的服役性能要求和加工制造要求。

技术简介:

K4800 合金是一种基于正向研发设计的、具有自主知识产权的新型高承温、可焊接铸造镍基高温合金。该材料在 K4750 合金的基础上,综合优化合金各类强化元素含量,使其最高使用温度由 750°C提高至 800-850°C;一般在高温合金设计中,合金强度提高易导致塑性变形能力和高温长时组织稳定性降低。K4800 合金可通过热处理调控 γ' 相析出状态进而获得优异的强塑性匹配,通过联合调控 Cr、Co、W、Mo 等元素含量使合金强度达标且高温长时暴露无有害相析出;此外,力学性能和工艺性能一直是铸造高温合金设计的主要矛盾之一, γ' 相增多会导致合金流动性和焊接性恶化。K4800 合金通过适量提高 C、B 元素含量增强熔体的薄壁充型能力。采用控制 Al/Ti/Nb 添加量、多种强化方式结合、研制专用焊丝等方法保证了 K4800 合金的焊接性能。该技术目前处于中试放大阶段,已完成多种型号发动机高导内支承、涡轮后机匣等薄壁复杂结构铸件制备,铸件最大外廓直径近 1m,最薄壁厚达 1.35mm,铸件缺陷补焊效果良好,整体冶金质量和尺寸精度均满足相关标准要求,相关铸件已经通过地面静力考核试验,正在进行发动机试车。K4800 合金及其精铸件已经形成中国航发集团沈阳发动机研究所标准,是高承温大型薄壁复杂结构热端部件制备的重要制造材料。

主指标(特点):

- 1.合金室温拉伸性能: $R_m \geq 1100\text{MPa}$, $R_{p0.2} \geq 900\text{MPa}$, $A \geq 5\%$, $Z \geq 8\%$; 800°C 拉伸性能: $R_m \geq 850\text{MPa}$, $R_{p0.2} \geq 700\text{MPa}$, $A \geq 4\%$, $Z \geq 6\%$; 800°C/430MPa 持久性能: $T \geq 100\text{h}$, $A \geq 6\%$;
- 2.焊接接头强度达到母材强度的90%以上,氩弧焊裂纹倾向性低于 10%;
- 3.铸件厚大部位和转接部位疏松不高于 ASTM E192 标准 4 级,其余部位不高于 ASTM E192 标准 5 级。



图 1.,高纯 K4800 母合金



091 先进超超临界机组用镍基耐热合金材料

GH984G、GH985、K325、K317 合金

应用范围：

适用于高温、蒸汽氧化、腐蚀环境，主要用于 650~700°C 超超临界电站中高温部件制造，如高温锅炉管、汽缸、阀体等，还可用于石油化工、航空航天和其它高温、氧化腐蚀服役条件下部件的制造。

技术简介：

GH984G 和 GH985 合金为沉淀强化型镍基变形高温合金，可用于 700°C 等级超超临界锅炉管(外径 20mm~800mm),包括过热器/再热器、集箱、管道等(图 1)。GH984G 合金用于制造过热屏管和蒸发屏管，在我国首台 700°C 超超临界机组关键部件材料试验验证平台上通过 3.5 万余小时的考核，达到同类材料国际领先水平。GH985 合金处于实验室开发阶段，该合金的使用温度较 GH984G 合金提高了 50°C，达到 750°C。



K325 和 K317 合金为沉淀强化型镍基铸造高温合金，可用于 650~700°C 等级超超临界汽轮机 10 吨级大型高温铸件制造，包括高中压汽缸、阀体等。K325 合金已用于大型铸件(汽缸、阀体)的工程示范制造(图 2)。K317 合金处于实验室开发阶段，该合金的高温持久强度较 K325 合金提高了约 50°C。

主要指标(特点)：

GH984G 变形合金 700°C/10 万小时外推持久强度约 130MPa,其使用温度可达 700°C。GH985 合金 750°C/10 万小时外推持久强度约 125MPa,其使用温度可达 750°C。

K325 铸造合金 650°C/10 万小时外推持久强度约 170MPa,其使用温度可达680°C。
K317 合金的使用温度可达 720°C。



图 2.K325 合金汽缸铸件 12 吨级全尺寸工业试制件

092 燃气轮机热端部件用十种抗热腐蚀高温合金

应用范围:

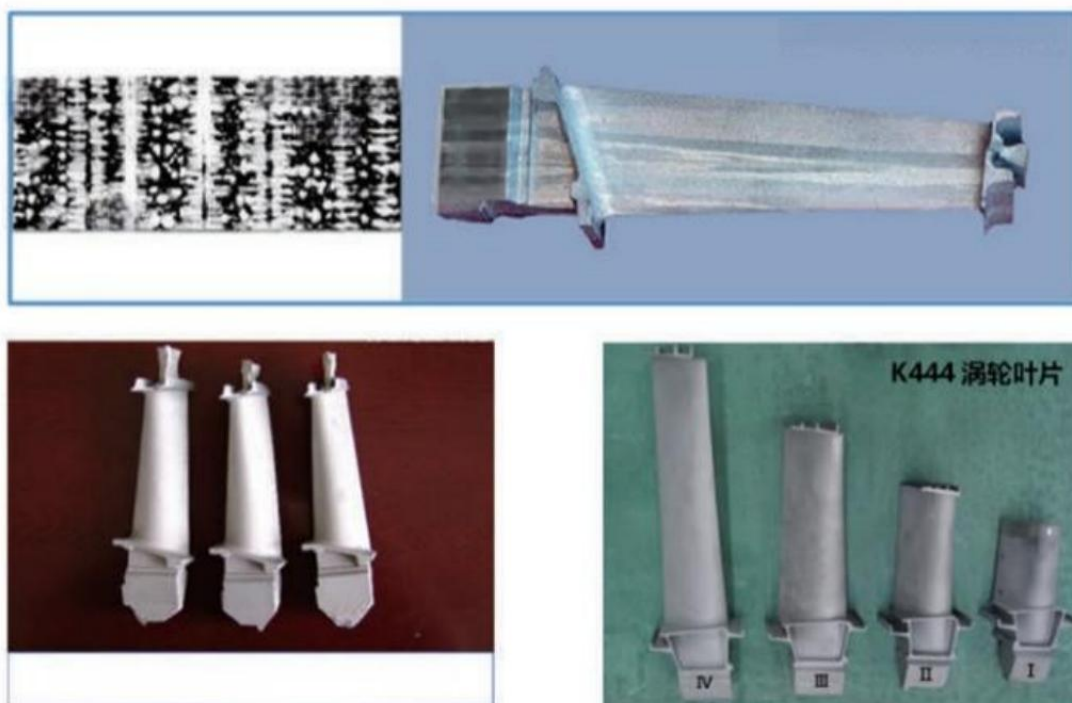
适用于燃气轮机高温部件制造, 如漏轮工作叶片、涡轮导向叶片、整流支柱等部件, 还可用于冶金、石化和其它高温、氧化腐蚀服役条件下部件的制造。

技术简介:

+种抗热腐蚀高温合金(K435、K444、K445、K446 和 K452 等轴晶铸造合金, DZ417G、DZ444 和 DZ445 定向凝固柱晶合金, DD483 单晶合金, GH4413 变形合金)都为沉淀强化型镍基高温合金, 具有良好的综合性能。

K435 和 K444 铸造合金适用于制作涡轮工作叶片铸件, GH4413 变形合金适用于制作涡轮工作叶片锻件, K452 铸造合金适用于制作漏轮导向叶片铸件, K446铸造合金适用于制作涡轮整流支柱铸件。五种合金已批量生产涡轮叶片、整流支柱等零件, 应用于船舶燃气轮机和工业重型燃气轮机。

DZ444 和 DZ445 定向柱晶合金以及 DD483 单晶合金适用于制作涡轮工作叶片零件, 已小批量生产并试制出叶片样件。



主要指标(特点):

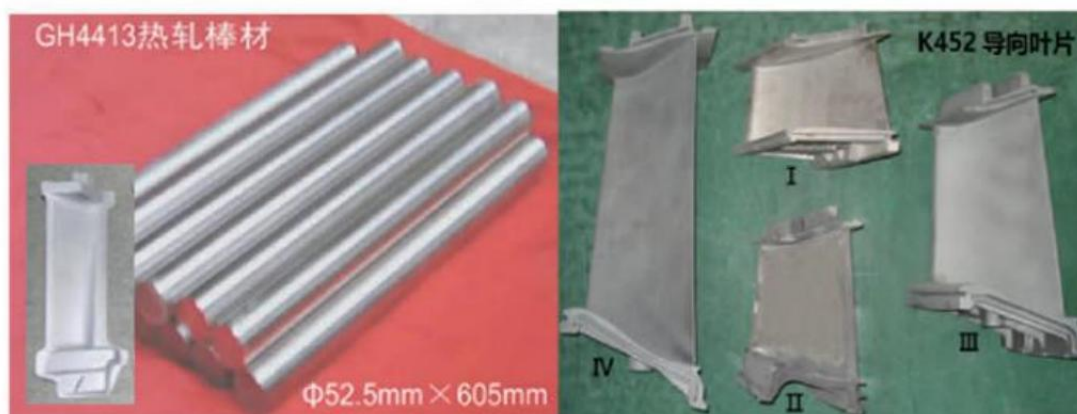
GH4413 变形合金用于涡轮工作叶片, 最高使用温度850°C。

K435、K444、K445 三种铸造合金用于涡轮工作叶片, 最高使用温度 900~930°C。

DZ444、DZ445 定向柱晶合金用于涡轮工作叶片，最高使用温度 950°C。

DD483 单晶合金用于涡轮叶片，最高使用温度 1000°C。

K452 铸造合金用于涡轮导向叶片，最高使用温度950°C。



093 核堆用耐蚀、耐辐照高温合金

应用范围：

- 1.GH1059 合金，应用于快堆控制棒驱动机构高温部件；
- 2.GH1057 和 GH3617 合金，适用于四代高温/超高温气冷堆换热器部件。

技术简介：

1.GH1059 合金，可承受高剂量中子辐照和600°C高温钠液腐蚀。现已完成中180mm 大口径无缝管的工程化制造，并制备出合格的钠冷快堆控制棒驱动机构动导管零件。已进行工程示范应用。

2.GH1057 合金，最高使用温度可达 750°C,具有低成本、高强度特点，可替代镍基合金锻造、挤压件，降低制造成本。该技术处于实验室开发阶段。

3.GH3617 合金，最高使用温度 950°C,性能稳定，抗热腐蚀性能优异，已通过中试放大，试制出直径40mm、长 4 米的热轧棒材。

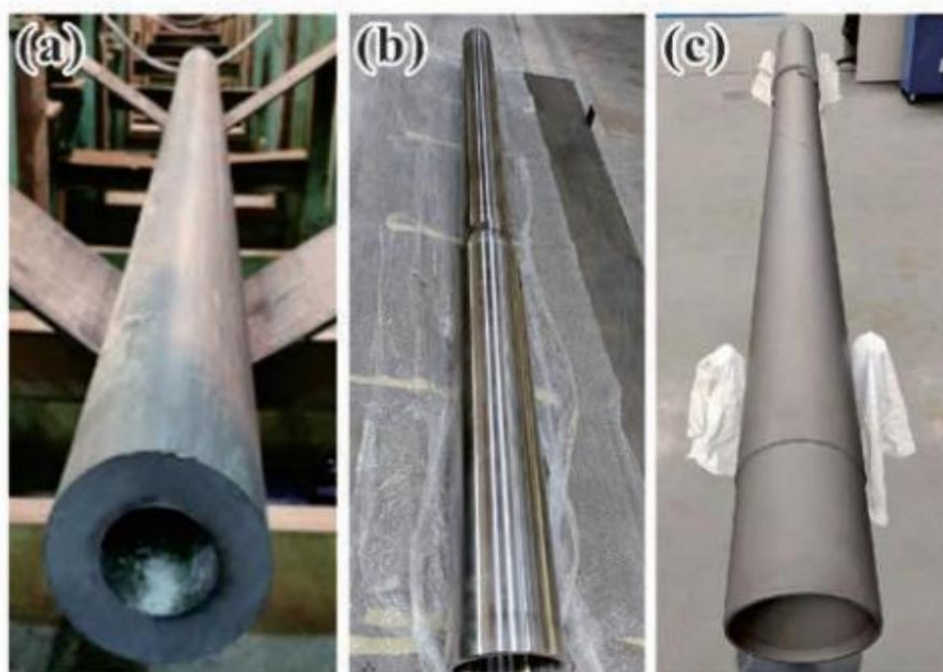


图 1.GH1059 合金钠冷快堆控制棒动导管

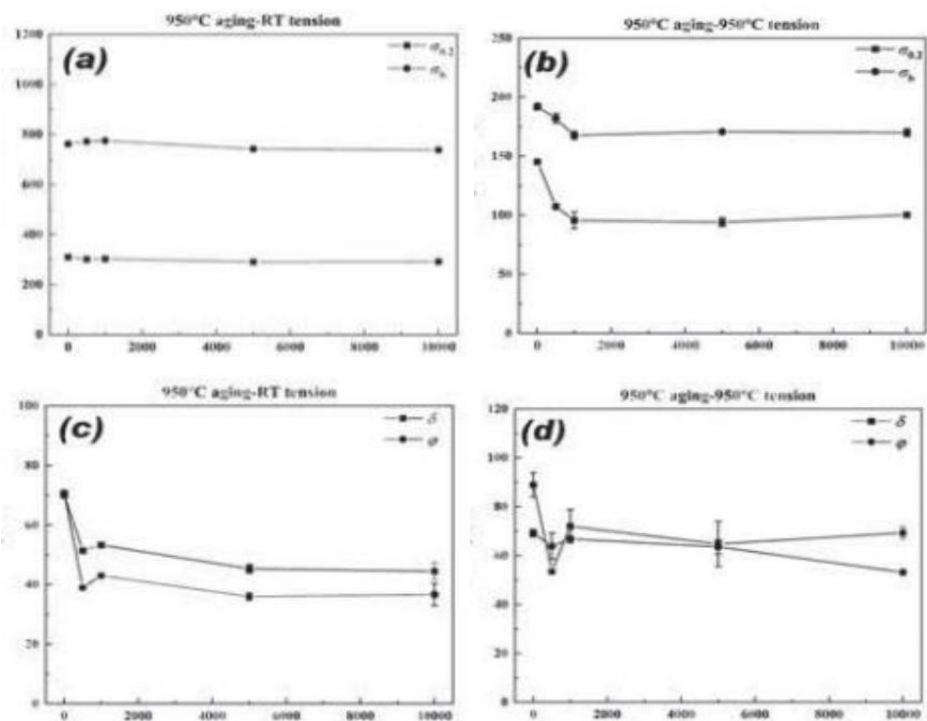


图 2.GH3617 合金性能稳定性

(ac)950C 不同时间时效 GH3617 合金室温强、塑性变化；

(b,d)950°C不同时间时效 GH3617 合金 950°C强、塑性变化

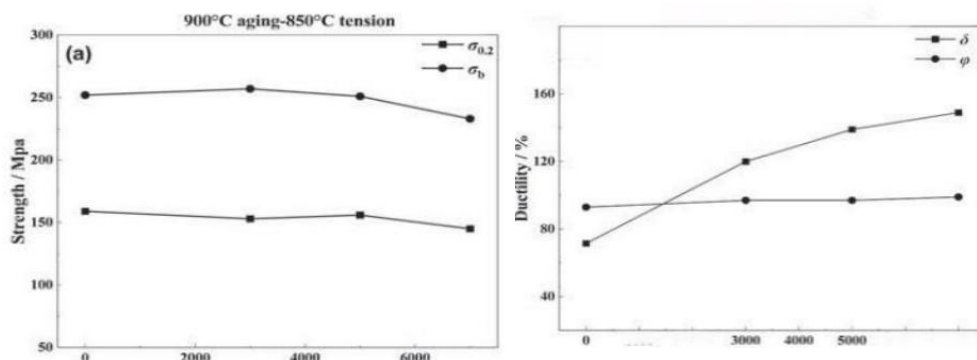


图 3.GH1057 合金性能稳定性

主要指标(特点):

1.GH1059 合金, 350°C $R_{p0.2} \geq 196\text{MPa}$, $R_m \geq 540\text{MPa}$, $A\% \geq 35\%$; 750°C强度 $R_{p0.2} \geq 147\text{ MPa}$, $R_m \geq 275\text{MPa}$, $A\% \geq 35\%$;

2.GH3617 合金, 室温 $R_{002} \geq 310\text{MPa}$, $R_m \geq 710\text{MPa}$, $A9\% \geq 65\%$; 950°C强度 $R_{002} \geq 120\text{MPa}$, $R_m \geq 200\text{MPa}$, $A\% \geq 35\%$;

3.GH1057 合金, GH1057 合金, 室温 $R_2 \geq 260\text{Mpa}$, $R_m \geq 660\text{MPa}$, $A9\% \geq 60\%$; 850°C强度 $R_{0.2} \geq 148\text{MPa}$, $R_m \geq 256\text{MPa}$, $A\% \geq 126.5\%$ 。

094 镍基高温合金精密铸件

应用范围：

镍基高温合金铸件主要应用于航空发动机、舰船发动机、发电用燃气轮机、汽车涡轮增压器、核反应堆、石油化工设备等能源转换装置的零部件，并且在冶金、玻璃制造、医学等领域也有一定的应用。

技术简介：

金属所通过多年的技术积累，建立了熔模精密铸造的全套生产线，掌握了制芯、制壳、熔铸、热处理等关键工艺，发展了铸件缺陷控制技术，具有高温合金叶片及相关铸件产品的小批量供货能力。主要的高温合金铸件产品包括单晶叶片、等轴晶叶片、靶材及结构件等。

在单晶叶片方面，主要生产交付了先进航空发动机用DD5、DD32 等高压涡轮叶片。在等轴晶叶片方面，主要生产交付了先进航空发动机用低压涡轮叶片、整体涡轮转子、整体涡轮导向器、燃气轮机用导向叶片和工作叶片等。在结构件方面，研制并交付了大尺寸薄壁铸件浮动壁瓦片、燃气轮机火焰筒用旋流器和座图等铸件。典型的铸件图片如图 1 所示。目前部分产品处于实验室开发阶段，部分产品已处于成熟产品阶段，应用于多种先进型号的航空、航天发动机一级、二级叶片，燃气轮机火焰筒用喷嘴热端部件等。

主要指标(特点)：

高温合金铸件具有良好的高温强度和環境抗力，可在 1100℃以下长期使用。



图 1.典型高温合金铸件

095 细晶铸造整体涡轮叶盘铸件

应用范围:

主要用于制作小型航空发动机涡轮叶盘。

技术简介:

机械震荡结合化学孕育剂的方式实现叶盘的细晶化。叶片周围可增加径向水冷装置,实现叶片定向生长。可根据用户要求,制备出不同合金、不同晶粒尺寸整体铸造涡轮叶盘,以及叶片为定向组织、叶盘为细晶组织的双组织整体铸造叶盘。

主要指标(特点):

- 1.950°C/235MPa,寿命不低于 40 小时;
- 2.950°C拉伸:抗拉强度不低于 525MPa,延伸不低于 5%,断面收缩不低于 8%;
- 3.叶片晶粒尺寸小于 3 级(1.41mm),流道晶粒尺寸小于4 级(1.99mm),盘体晶粒尺寸小于 5 级 (2.82mm)。

096高硅镍铜合金精铸件

应用范围：

主要应用于制备各类耐蚀耐磨零部件，特别适合于制作各类精密摩擦器件。

技术简介：

高硅镍铜合金材料是一种弥散强化型合金，与普通镍铜合金比较，其中Si含量高达4wt.%,显著提高了合金的强度和再结晶温度，使合金具有高硬度、高强度、高耐磨和优良的抗粘合、抗高温、耐腐蚀等特点，综合性能超过普通镍铜合金。该产品目前属于成熟产品，已批量供应西安航空动力控制有限公司等多家单位，主要应用于航空发动机燃油控制系统及其它耐磨零部件。



图 1.高硅镍铜合金轴套



图 2.高硅镍铜合金衬套

主要指标(特点)：

合金中加入高达 4%的硅，使合金强度、硬度、耐磨性得到显著提高，同时结合凝固冷却控制工艺，解决了高硅镍铜合金铸造裂纹问题，改善了合金加工性能。

硬度 $\geq$ HRC38,室温抗拉强度 $\geq$ 784MPa;延伸率 $\geq$ 3%。

097低偏析高温合金母合金及精铸件

应用范围：

低偏析高温合金母合金及精铸件主要用于制作航空发动机、燃气轮机、石油化工设备等用涡轮工作叶片、导向叶片及其他关键热端、耐蚀零部件。

技术简介：

通过大幅降低合金中某些杂质元素含量，将使合金的凝固偏析降低、性能提高，这种合金称作低偏析高温合金。低偏析高温合金具有承温能力高、力学性能好等优点，现已研发出一系列低偏析高温合金，可以满足不同使用条件的航空发动机、燃气轮机等对高温合金材料的需求。采用低偏析高温合金母合金可以制备出不同类型的精铸件，包括等轴晶结构件、定向/单晶叶片等。该技术目前处于成熟产品阶段，该技术已在多型航空发动机上得到应用。

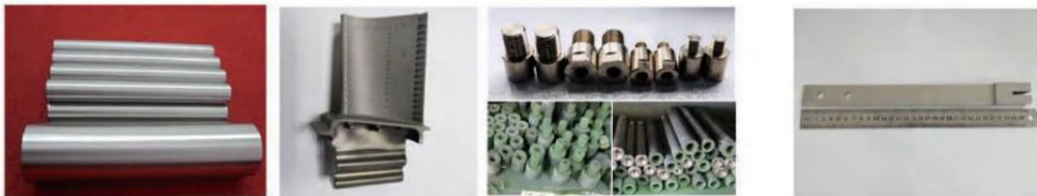


图 1 低偏析高温合金母合金及涡轮叶片 图 2.低偏析高温合金制备的夹具图 3.低偏析高温合金制备的长尺寸标定梁

主要指标(特点)：

1.DZ125L 是目前力学性能水平最高的第一代定向凝固镍基合金，合金中不含贵重的 Hf 元素，生产成本较低。

- 1)使用温度最高可达 1050°C,长期组织稳定性良好。
- 2)室温拉伸性能： $G_0 \geq 980\text{MPa}$, $G_{p0.2} \geq 840\text{MPa}$, $\delta_s \geq 5\%$ 。
- 3)980°C/235MPa 持久寿命超过 32h。

2.DZ468 是一种含 Re 高强抗热腐蚀定向合金，合金力学性能与 DZ125L 相近，而抗热腐蚀性能与 K438 合金相当，适用于制作海洋环境下工作的涡轮叶片。

- 1)耐热腐蚀性能优异，长期组织稳定性良好。
- 2)室温拉伸性能： $G_0 \geq 980\text{MPa}$, $G_{p0.2} \geq 850\text{MPa}$, $\delta_s \geq 5\%$ 。
- 3)980°C/245MPa 持久寿命超过 32h。

098 800°C以上变形高温合金及其锻件

应用范围：

新型航空发动机、无人动力系统、舰船、超超临界、燃气轮机用核心热端部件。

技术简介：

航空发动机等动力系统的热效率逐步提升，其热端部件要求的承温能力也随之升高，传统高温合金在 750°C以上时，会面临强度和持久寿命下降、抗氧化性不足等问题，无法满足新型动力系统对材料耐高温极限的要求；因此，研制自主化的800°C以上变形高温合金及其锻件是保障新型动力装备供应链安全的必然要求。

耐 800°C以上变形高温合金中沉淀强化相含量超过 40%,造成合金的热加工性能恶化。本团队通过增塑成型技术，解决了合金热加工窗口窄、变形抗力高、组织控制困难的瓶颈难题，实现了 GH4068、GH4251、GH4151、GH4175 和 GH4975等耐 800°C以上合金盘形件、叶片、机匣环形件和薄壁筒形件的工程化制备。



图 1.耐 800°C以上变形高温合金锻件

主要指标(特点):

- 1.800°C: $S_{0.2} \geq 900\text{MPa}$, $S_b \geq 1000\text{MPa}$;
- 2.800°C/450MPa: $t \geq 50\text{h}$;

3.800°C完全抗氧化。

099抗热腐蚀DZ411 定向合金与涡轮叶片

应用范围:

适于制造 950°C以下在热腐蚀环境下工作的涡轮叶片和其他高温部件，特别适用于制造腐蚀环境下长期运行的燃气轮机叶片。

技术简介:

DZ411合金是耐热腐蚀性能优良的定向凝固镍基铸造高温合金。该合金耐腐蚀性能、抗氧化性能、热强性能优良，特别是具有上万小时的长寿命持久性能，组织稳定性好。研究并获得了合金长期服役的组织、性能演化规律，为合金叶片长寿命可靠使用提供了依据。

开发了高强抗震型壳制备技术，利用HRS 和 LMC 技术制备出内腔复杂结构定向结晶涡轮叶片(50~450mm 长)。叶片冶金质量良好，晶粒发散度、晶粒偏离度小于 15°,缩松不超过一级。合金叶片交付用户，通过了试验考核。

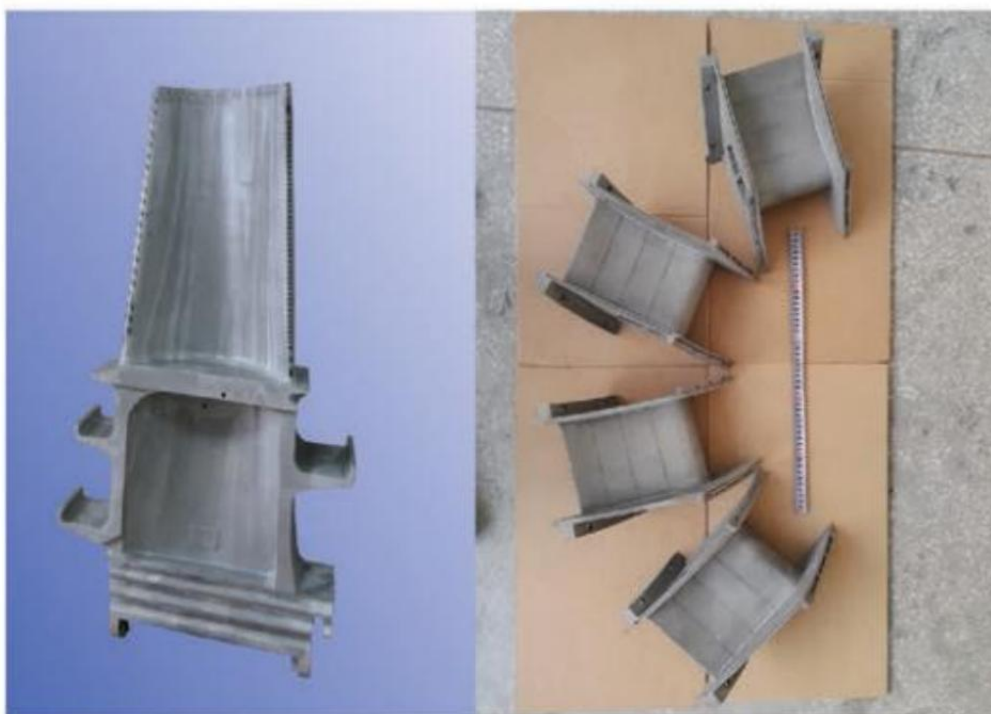


图 1.F 级重型燃机定向空心叶片

主要指标(特点):

- 1.合金：疲劳极限 900°C>400MPa,持久 980°C/220MPa $\geq$ 32h;
- 2.定向叶片：晶粒发散度、晶粒偏离度低于 15°,缩松 $\leq$ 0.5%。

100 高强抗热腐蚀单晶 DD413 及复杂空心叶片

应用范围:

适用于制作燃气漏轮发动机高、低压漏轮叶片和导向叶片等热端部件,尤其是 1000°C以下工作的沿海用飞机发动机涡轮叶片、舰艇燃气轮机涡轮叶片及地面燃气轮机漏轮叶片。

技术简介:

DD413 是镍基沉淀强化型单晶高温合金,不含稀缺贵重元素 Re,Cr 含量较高, Ti/Al 大于 1,属于第一代抗热腐蚀单晶高温合金。合金的成分简单、密度较低,具有较高的蠕变强度和抗疲劳性能、良好的单晶铸造性能、较宽的固溶处理温度范围,再结晶倾向较小,并具有良好的组织稳定性、环境性能和涂层性能。技术成熟度:工程示范。合金已用于制作两型先进航空发动机的单晶复杂空心涡轮工作叶片,通过了系列试车考核试验。

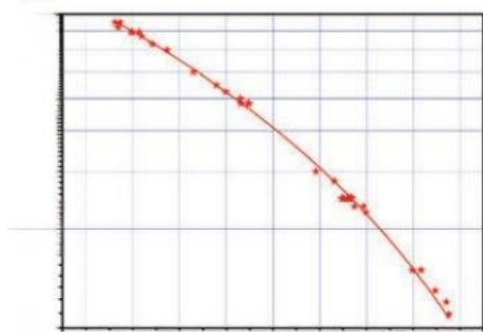


图 1.合金[001]取向持久热强参数综合曲线 图 2 某 DD413 单晶空心涡轮叶片

主要指标(特点):

980C/248MPa,持久寿命 ≥ 45 h;760°C/790MPa,持久寿命 ≥ 60 h。

101 变形高温合金及其制品

应用范围：

变形高温合金及其制品主要用于制作航空发动机、燃气轮机、石油化工设备等用涡轮盘、燃烧室及其他关键热端、耐蚀零部件。

技术简介：

变形高温合金是航空发动机所需的重要材料，且在舰船制造、工业燃气轮机、航天飞行器、火箭发动机、核反应堆和化学工业等领域应用广泛，是一种十分重要的高温材料。通过低偏析技术和超纯冶炼工艺，可以有效控制变形合金中的元素含量，实现加工性能和力学性能的优化，能够制备出各型变形高温合金棒、丝、箔、带、成品件等，主要的合金牌号有：GH4169、GH4220、In617 等。

该技术目前处于成熟产品阶段，所制备的变形高温合金及其制品已在多型航空发动机上得到应用。



图 1.变形高温合金锻棒

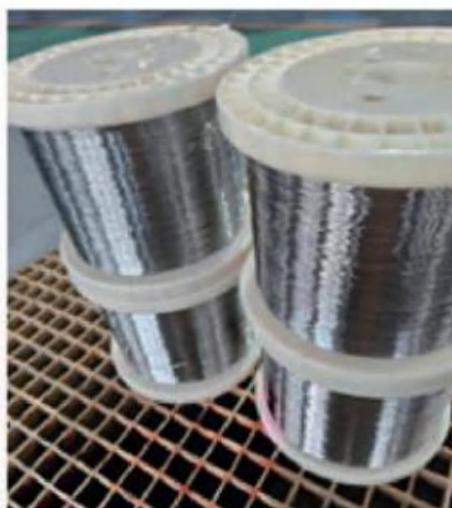


图 2.变形高温合金丝材

主要指标(特点)：

- 1.棒材尺寸规格： $\phi 5\text{mm} \sim \phi 400\text{mm}$
- 2.丝材尺寸规格： $\phi 0.5\text{mm} \sim \phi 5\text{mm}$
- 3.箔带材尺寸规格： $\phi 0.02\text{mm} \sim 0.1\text{mm}$

102变形高温合金管材

应用范围：

航空航天、能源电力、石油化工、汽车工业等领域。

技术简介：

变形高温合金管材是以镍基、钴基或铁镍基高温合金为原料，通过热变形(如锻造、挤压、热轧)和冷变形(如冷轧、冷拔)工艺制成的管状材料。其核心特点是优异的高温力学性能、抗氧化性、抗蠕变性和耐腐蚀性，能够在 600℃以上的极端环境中长期稳定工作。在常规加工的基础上，掌握了管材高纯净、高均质、高精密加工技术，生产的管材尺寸精度高、组织均匀性好，可满足高可靠性和长寿命要求。研制生产的管材通过航空发动机试车试飞考核，在现役及先进航空发动机上获得重要应用。



图 1.高温合金管材

主要指标(特点)：

生产供货管材规格如表：

合金牌号	GH4145、GH3044、GH4648、GH3536、GH2150、GH4169、GH3625、GH3600、GH3539、GH3535、GH4068 等
外径范围	1-360mm (±002mm)
壁厚范	0.2-12mm (±001mm)

103 变形高温合金棒材、丝材及其制品

应用范围：

航空航天、能源电力、电子信息、医疗、化工、高端制造等领域。

技术简介：

变形高温合金丝材和棒材是高端装备制造的关键基础材料，其性能和质量直接影响航空发动机、燃气轮机等核心部件的可靠性。未来随着新材料和智能制造技术的发展，其加工精度和性能将进一步提升。研制成功高温合金棒材、丝材及直径 28 微米微细丝材。加工成紧固件、弹簧等。



图 1.高温合金棒材、丝材、0.028 微米细丝和高导弹簧



图 2.高温合金弹簧和螺栓

主要指标(特点)：

生产供货丝材规格如表：

合金牌号	GH3600、Haynes214、GH4145、GH3044、GH3030、GH169、GH2907、GH3536、GH3625、GH600、GH738、GH5605、GH800、GH690、GH4163、 GH4141、GH3539、GH3535、GH4068、GH4350 等
外径范围	棒材φ4mm-φ10mm 丝材 0.03-4mm

104 变形高温合金和特种合金带箔材

应用范围：

航空发动机、燃气轮机、火箭发动机等先进动力系统。

技术简介：

带箔材是现代高端装备的核心基础材料，其重要性在于超薄壁、轻量化和优异的综合性能。它们广泛应用于蜂窝结构、密封结构或者高精密结构。这类箔材能承受超高温、腐蚀和复杂应力，是实现设备高效率、长寿命的关键保障，支撑着航空航天、能源动力、半导体、高端显示等领域的尖端发展。

带箔材制备技术特征突出表现为高精度、严控制和复杂工艺集成。核心在于超纯冶炼和精密轧制实现超纯净合金制备以及微米级厚度与公差控制，结合精确的热处理调控微观组织性能与消除应力。关键难点包括：超高强度合金的超薄化变形控制、表面光洁度与缺陷抑制、晶粒尺寸均匀性管理以及残余应力消除。需特殊轧制技术、保护气氛热处理和先进在线检测技术确保产品的一致性与可靠性。



图 1.高温合金和特种合金带箔材



图 2.波形弹簧

主要指标(特点):

- 1.合金类型：GH4738、GH4145、GH4169、GH5188、GH3536、GH5605、GH3625、GH3600、GH4099、GH3230 和 Invar 合金等；
- 2.产品规格：厚度 $\geq 10\ \mu\text{m}$,宽度 $< 400\text{mm}$ 。

105 高温合金夹具及标定梁

应用范围：

高温合金具有良好的力学性能和优异的高温使役寿命，适用于制作各种力学、持久、蠕变试验机的耐高温夹具及标定梁等部件。

技术简介：

夹具及标定梁是力学、持久、蠕变试验机的关键部件之一，用于制作夹具及标定梁的材料需要在高温下兼顾良好的力学性能和较长的使用寿命。

中国科学院金属研究所是国内最早开始研究高温合金的机构之一，成功研发出一系列高性能的高温合金材料，如 DZ125L、DZ468、DZ406 等，能够满足各种使役环境的夹具及标定梁等部件对高温合金材料的需求。该技术目前处于成熟产品阶段，采用不同合金所制备的夹具及标定梁产品已广泛应用于各种型号的力学性能试验机中。



图 1.高温合金制备的各种夹具



图 2.长尺寸标定梁

主要指标(特点):

1.DZ125L 是力学性能水平最高的第一代定向凝固镍基合金，其 900°C/100h 持久极限可达421MPa,980°C/100h 持久极限可达 243MPa,且合金中不含贵重的Hf元素，成本低廉。

2.DZ468 是一种高强抗热腐蚀合金，其力学性能水平与 DZ125L 相当，而抗热腐蚀性能与 In738 合金相似，具有优异的综合性能。

3.DZ406 是含 Re 第二代定向凝固镍基高温合金，拥有较高的高温力学性能和优异的抗氧化性能。

4.制备的定向柱晶/单晶标定梁尺寸可达 500mm。

106全金属封隔器

应用范围:

用于 300°C以下, 硫化氢和二氧化碳环境下服役使用的金属构件。

技术简介:

随着对深地石化资源开采的需求, 要求金属材料要具备良好的耐蚀性能和良好的密封性能, 在这一背景下金属所研发出了系列高强耐蚀大变形高温合金, 可用于实现万米地下油田的金属密封。该技术目前处于成熟产品阶段, 已经在多家企业进行推广应用。



图 1.蝶形金属密封构件



图 2.单脊金属密封构件

主要指标(特点):

300C/100MPa, 596H₂S 和 209%CO₂ 介质中, 7 天的平均腐蚀速率低于 $1 \times 10^{-2} \text{g}/(\text{m}^2\text{h})$

107 高温合金纯净化冶炼技术

应用范围：

高温合金材料纯净化冶炼。

技术简介：

材料纯净化研究一直是金属材料发展的重要方向之一。在高温合金方面，杂质元素O、N和S会对合金的力学性能和零件的使用可靠性产生有害影响，其含量控制有利于合金力学性能的显著改善。通过特殊的冶炼工艺结合合理的净化剂技术，可将高温合金中气体元素含量降低至5ppm以下，从而大幅度提高材料的加工制备性能。

主要指标(特点)：

- 1.该技术采用真空感应炉即可，不需要对设备进行升级改造，大幅降低成本；
- 2.杂质元素O、N含量控制在5ppm；
- 3.S元素控制在10ppm以内；
- 4.采用多级复合脱杂质元素工艺。

108 整体细晶铸造技术

应用范围：

可广泛应用于航空和汽车等领域。

技术简介：

采用一种电磁旋转铸造技术制备整体细晶向心轮铸件。通过调整合金浇铸工艺参数和电磁搅拌参数，制备的细晶向心叶轮可满足不同要求的表面及内部晶粒度，铸件整体成型性良好，无铸造缺陷；细化后的合金铸件具有良好的强度及低周疲劳性能。技术成熟度：成熟产品。应用于小型航空发动机前端发动部件。



图 1.整体细晶叶轮



图 2.整体细晶叶轮截面晶粒形貌

主要指标(特点)：

整体细晶、晶粒度均匀；产品具有良好的强度及低周疲劳性能。

109重型燃机叶片制备技术

应用范围：

重型工业燃气轮机是能源高效转换与清洁利用的核心动力装备，透平叶片是燃气轮机服役条件最为苛刻的重要部件，材料性能和叶片制备技术决定燃机发电效率和运行安全，是重型燃机研制和发展的关键核心技术。

技术简介：

金属所经过多年的基础研究和攻关，掌握了大尺寸复杂空心透平叶片与护环用母合金纯净化冶炼技术、叶片型芯定位技术、大尺寸复杂空心叶片与护环的控形技术、大尺寸复杂空心等轴晶叶片冶金缺陷与晶粒控制技术、大尺寸复杂空心定向叶片定向凝固和晶粒缺陷控制技术，目前重型燃机叶片与护环制备技术已应用于我国首台套 300MW 级 F 级燃机透平叶片与护环的研制和批量生产，有力推进了我国重型燃机的自主研制进程。



图 1.研制的透平(发动机)等轴晶叶片 图 2.研制的重型燃气轮机一级动叶定向叶片
主要指标(特点):

- 1.大尺寸透平叶片与护环母合金的成分控制和性能指标达到国外同等水平技术条件；
- 2.大尺寸透平叶片与护环满足国外同等水平铸件质量验收规范；
- 3.大尺寸透平叶片与护环的尺寸满足图纸要求。

110 抗热腐蚀铸造高温合金K435 和 K444 及其返回料利用技术

应用范围：

应用于地面燃气导向叶片、工作叶片等热端部件及其他高温用零件。

技术简介：

K435 和 K444 是镍基沉淀强化型等轴晶高温合金，使用温度不超过900°C。具有较高的高温强度、较好的耐腐蚀性能、主要产品为精密铸造叶片。可以制造具有复杂型腔结构的薄壁铸件。

高温合金精铸件投料合金 80%以上以料头、浇道、冒口、报废零件和切屑等返回料形式存在，返回料利用有重要意义。合金返回料应用的关键是控制气体含量及疏松、夹杂等冶金缺陷。通过适当的过滤技术和先进的真空冶炼技术相结合等关键技术措施，即使多次重熔，返回料合金成分与性能仍能接近或达到新料水平。该技术目前处于中试放大阶段，已在母合金生产厂家得到使用。

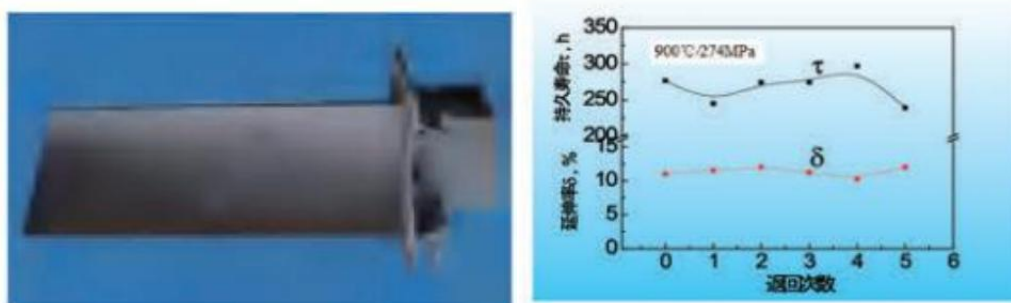


图 1.K444 含返回合金叶片毛坯

主要指标(特点)：

1.K435:90%Na₂SO₄ +10%NaCl 混合盐中，900°C/200 小时热腐蚀平均腐蚀速率为 0.28mg/(cm²·h);900°C抗拉强度 690MPa;900°C/10000 小时时效 900°C抗拉强度 600MPa;900°C/5000 小时持久极限 120MPa;

2.K444:90%Na₂SO₄ +10%NaCl 混合盐中，900°C/300 小时热腐蚀平均腐蚀速率为0.08mg/(cm²h);900°C抗拉强度 725MPa;900°C/10000 小时时效 900°C抗拉强度 585MPa;900°C/5000 小时、塑性应变为 0.5%时的蠕变强度极限为 4.3MPa;

3.添加 50%返回料、返回次数为四次的返回料合金主元素控制在最佳范围，其它元素控制在合理水平，合金的主要力学性能与新料相当。

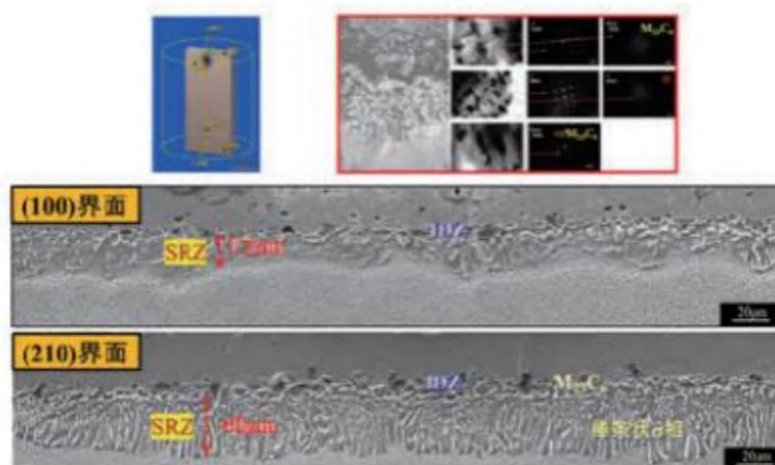
111 单晶燃机叶片与防护涂层界面 稳定性控制技术

应用范围：

该技术可应用于优化燃气轮机单晶叶片制备的取向控制、抗热腐蚀单晶合金微合金化设计、涂层制备表面预处理工艺、带涂层抗热腐蚀单晶合金叶片长时服役界面组织稳定性控制及损伤评价。

技术简介：

防护涂层与单晶合金基体的界面组织稳定性会对燃机叶片的服役寿命与可靠性产生重要的影响。该技术基于燃气轮机叶片用抗热腐蚀单晶高温合金与 MCrAlY 涂层界面组织演化特性的晶体学取向响应机制基础研究，发展了优化燃气轮机单晶叶片与 MCrAlY 涂层界面稳定性的控制技术，在我国先进燃气轮机透平单晶叶片制备、涂层制备工艺优化，服役损伤评价等领域具有重要应用价值。



主要指标(特点)：

针对不同等级、不同服役温度的带涂层单晶燃机叶片，通过单晶叶片第二取向控制和表面预处理优化等关键控制技术，优化带涂层单晶合金叶片的界面组织稳定性，为提高燃机叶片服役可靠性，延长使用寿命提供技术支持。

112抗热腐蚀铸造高温合金的恢复热处理技术

应用范围：

该技术可应用于燃气轮机叶片等长时使用的高温合金部件。

技术简介：

长期使用的燃气轮机等抗热腐蚀高温合金部件制造工艺复杂、制造成本高昂，通过修理和修复工艺延长高温合金部件使用寿命具有重要意义。该技术结合合金残余寿命评估，针对处于“窗口期”的合金材料，通过恢复热处理方法修复高温合金材料服役过程中的强化相退化、有害拓扑密排相析出等退化组织，从而恢复高温合金部件的组织性能，达到延长其使用寿命的目的。



图 1.K444 服役叶片排气边金相形貌

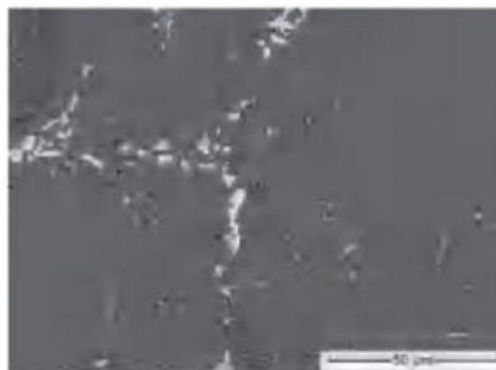


图 2.K444 合金恢复热处理后组织形貌

主要指标(特点)：

针对不同服役条件、不同退化程度的高温合金部件，通过预处理和恢复热处理参数等关键控制技术，恢复合金主要强化相，修复退化组织，延长高温合金部件的使用寿命。实验结果表明，K435 和 K444 高温合金蠕变寿命可以延长 50%。

。

113 航空发动机用超纯净高温合金丝材制备技术

应用范围：

航空发动机用焊丝等。

技术简介：

针对航空发动机高纯净焊丝需求，开展了 HGH2907、HGH2132、HGH3044、HGH3625、HGH4169、HGH4738、HGH5605 等合金焊丝的研制，解决了低偏析高纯净熔炼的科学问题，可将合金中 S、P、O、N、H 等杂质元素含量控制在极低的水平，并在此基础上突破了合金双联冶炼、元素精准控制、高精度冷拉等关键技术，制备出合格的高纯净高温合金焊丝，形成了丝材制备全套制备工艺。该技术目前处于成熟产品阶段，部份牌号焊丝已在航空型号发动机上实现应用。

主要指标(特点)：

试制的带箔材种类和规格如表 1所示。

1.试制高温合金丝材规格

合金牌号	丝材规格
HGH2907	φ 1.6mm、 φ 1.0mm
HGH2132	0.05mm-φ 1mm
HGH3044	0.05mm-01mm
HGH3625	0.05mm-01mm
HGH4169	0.05mm-01mm
HGH4738	0.05mm-01mm
HGH5605	0.05mm-01mm

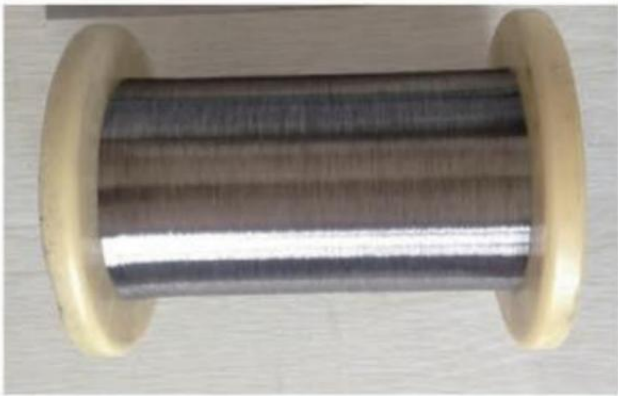


图 1.直径 50 微米高温合金丝材

114 航天、航空用发动机用高温合金带材制备技术

应用范围：

航天航空发动机用冷气导管、隔热屏、波簧、封严片等部件。

技术简介：

随着航空发动机的不断发展，高温合金宽幅带材被越来越广泛应用于冷气导管、隔热屏、波簧、封严片等部件中。这些零件服役条件苛刻，要求带材具有良好的力学性能以及抗氧化和热腐蚀性能。满足发动机高推重比和后续零件的制备的需求，带材的尺寸精度、表面质量、组织性能均匀性和焊接性能也都有较高的要求。

针对航空和航天的需求，开展了 GH5605、GH3625、GH5188、GH3536、GH3600、GH4099、GH-3230 等一系列难变形高温合金的研制工作，突破了高纯净化冶炼、成分精准控制、高精度冷轧、高表面质量热处理、批次稳定性提升等共性科学问题。采用该技术研制的封严片用高强 GH5605 宽幅带材、冷气导管用 GH-3625 合金宽幅带材目前处于成熟产品阶段，已在航空型号发动机上通过试车考核，实现批产供货。



图 1.80.2mm 规格 GH3625 合金带材



图 2 航空发动机 GH3625 合金冷却导管

盖主要指标(特点):

试制的带箔材种类和规格如表 1.所示。

表 1.试制高温合金带材规格

材料牌号	丝材规格
GH5605	80.25mm×250mm
	80.30mm×200
	80.50mm×200mm
GH3625	80.20×200mm
GH3536	80.10×120mm
GH3230	60.10×120mm
GH4099	80.10×120mm
GH3600	80.05×200 mm

115磷、硼微合金化高温合金 GH4169G 大棒材 及盘锻件制备技术

应用范围：

航空发动机整体叶盘、压气机盘和低压漏轮盘。

技术简介：

GH4169G 合金是在 GH4169 合金基础上采用磷、硼微合金化技术发展而来的合金，具有我国自主知识产权。与 GH4169 合金相比，其使用极限温度提高 30°C 至 680°C，650°C 持久蠕变性能提高 3 倍以上，其他性能与 GH-4169 处于相同水平，成本也与 GH4169 合金相当。

在成分研究的基础上，开展了工业大棒材和大型盘锻件的制备技术研究，建立 VM+ESR+VAR 三联冶炼工艺，制备出直径达 508mm 铸锭；针对 P、B 微合金化特点，建立了三阶段均匀化热处理工艺；建立了反复鞭拔工艺，制备的 4250mm 大棒材无损探伤级别大幅提高；建立螺旋压力机、环轧、近热等温锻、对击锤锻等不同模锻工艺，制备的锻件各项性能都达到技术指标要求。目前该技术处于成熟产品阶段，已在多个先进的型号发动机整体叶盘、低压涡轮盘和压气机盘上得到应用。



图 1.80.2mm 规格 GH3625 合金排材



图 2.直径 250mm 辊造大棒材



图 3.合金盘锻件



图 4.整体叶盘

主要指标(特点):

680°C拉伸: $\sigma_{0.2} \geq 930\text{MPa}$, $G_b \geq 1080\text{MPa}$, $\delta \geq 129\%$, $V \geq 159\%$;

680°C/725MPa 持久性能: $T_{kx} \geq 25\text{h}$, $T_{an} \geq T_k$;

600°C/825MPa 蠕变性能: $r=50\text{h}$, $T_p \leq 0.2\%$ 。

116 800°C熔盐能源系统用合金设计与 与型材规模化制备

应用范围：

钍基熔盐堆是第四代先进核能系统，堆芯熔盐高温、受强中子辐照，裂变产物等还会与材料发生复杂反应。这要求材料耐熔盐腐蚀、辐照稳定，保障反应堆安全与长期稳定运行。传统材料无法满足先进熔盐能源系统需求，常见金属材料在 800°C高温熔盐中易腐蚀、性能下降，急需研发高性能合金材料，满足高温强度、抗氧化、耐熔盐腐蚀与辐照稳定等要求，确保系统安全高效运行，填补材料性能空白。

技术简介：

提出以 W 作为主要固溶强化和提升耐熔盐腐蚀性能的成分设计理念，满足耐高温熔盐，耐辐照性能要求，研制出耐 800°C熔盐腐蚀合金。

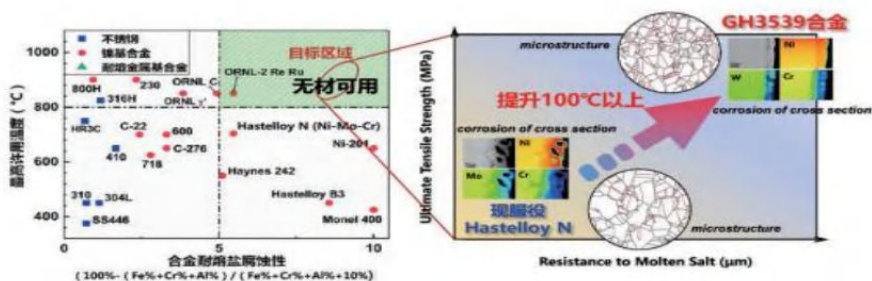


图1.新型耐高温熔盐腐蚀合金设计原理

主要指标(特点)：

针对合金高难熔元素含量偏析导致热加工开裂难题，提出新型多通道扩散热处理工艺，实现碳化物/相界面协同调控，突破合金型材(板、管、丝、棒)的规模化制备技术。

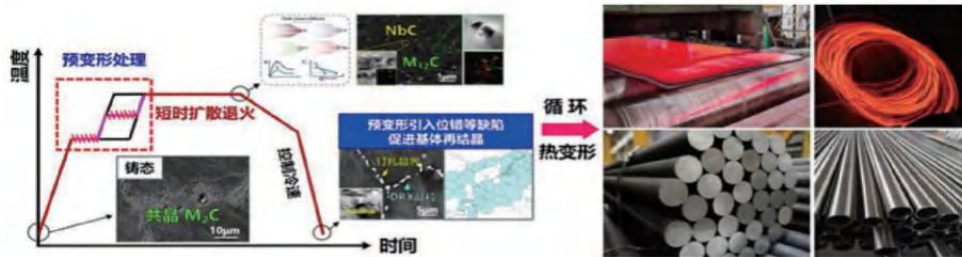


图 2.碳化物/基体协同调控制备合金多规格型材

117变形高温合金材料特性评价技术

应用范围：

航空航天、能源电力等领域用变形高温及其部件。

技术简介：

变形高温合金材料特性评价和部件失效分析技术是保障航空发动机及燃气轮机关键部件可靠性的核心手段。该技术通过系统评价材料组织性能稳定性，确保关键部件在极端环境下的力学性能和微观组织均匀性，同时结合失效分析追溯断裂、蠕变等失效根源，为材料优化和寿命预测提供科学依据，对提升装备安全性和经济性至关重要。

金属所在此领域具有显著优势，建立了从微观组织表征到宏观性能测试的全链条技术体系。其独创的“多尺度关联分析”方法可精准解析材料性能差异，并拥有国内领先的失效案例数据库，在航空发动机叶片、涡轮盘等关键部件的失效分析方面积累了 30 余年工程经验。

主要指标(特点)：

检测评估内容

探伤、残余应力测试、成份、强度、硬度、持久蠕变、疲劳、断裂韧性、裂纹扩展、膨胀性能、密度和微观组织等(包含但不限于上述内容)

118 高温钛合金

应用范围：

高温钛合金半成品主要包括棒材、板材、锻件、箔材、带材、丝材和铸件等。主要应用于制造先进航空发动机的叶片、轮盘、鼓筒、整体叶盘、加力燃烧室筒体，临近空间(高)超声速飞行器的机体、蒙皮、头锥、弹翼、高温紧固件等高温热结构部件。

技术简介：

研制和生产的高温钛合金主要牌号有 TC17、Ti6246、Ti6242s、TC8、TC8-1、TC8M-1、Ti55 (TA32)、Ti60 (TA33)和 Ti65 等钛合金，使用温度 $400^{\circ}\text{C}\sim 750^{\circ}\text{C}$ 。其中Ti55、Ti60 和 Ti65 钛合金是金属所具有自主知识产权的高温钛合金，该系列合金采用高合金化、微合金化和复合强化等合金设计思想，创新运用均匀化锻造技术，使合金锻件具有较均匀的显微组织，合金长时服役温度分别可达 550°C 、 600°C 和 650°C ，短时服役温度可达 $600^{\circ}\text{C}\sim 750^{\circ}\text{C}$ ，具有良好的室温拉伸、高温拉伸、疲劳和蠕变等综合力学性能，同时具有良好的超塑性成型性能、焊接性能、热成型性能和铸造性能等工艺性能。



图 1.高温钛合金离心叶轮

图 2.高温钛合金整体叶盘

图 3.高温钛合金超塑性成形的尾翼

主要指标(特点)：

半成品规格如下：

- 1.板材规格： $(0.8\sim 60)\text{mm}\times (800\sim 1800)\text{mm}\times (2000\sim 3000)\text{mm}$;
- 2.带材规格： $(0.3\sim 0.8)\text{mm}\times (400\sim 600)\text{mm}\times (1000\sim 2000)\text{mm}$;
- 3.箔材规格： $(0.08\sim 0.3)\text{mm}\times (100\sim 300)\text{mm}\times (1000\sim 3000)\text{mm}$;
- 4.棒材规格： $\varphi (10\sim 300)\text{mm}\times (1000\sim 3000)\text{mm}$;
- 5.丝材规格： $\varphi (5\sim 10)\text{mm}\times (1000\sim 3000)\text{mm}$;
- 6.使用温度： $400^{\circ}\text{C}\sim 750^{\circ}\text{C}$;
- 7.密度： $(4.5\sim 4.6)\times 10\text{kg/m}^3$;
- 8.磁性能： 无磁性。
- 9.耐腐蚀性能： 合金在大气条件下和海水中稳定。

119 钛合金铸件

应用范围:

本产品主要应用于航空、航天、化工和舰船等领域,可作为航空发动机机匣、支承梁、导向叶片等非转动性零件,也可用于铸造叶轮等转动性零件,具有成本低、材料利用率高和可制备复杂结构部件等优势。

技术简介:

针对航空、航天、医疗、化工和舰船用钛合金铸件的需求,开发了适用于高活性钛合金熔体的氧化钇面层模壳技术,采用离心铸造制备出钛铝合金、高温钛合金、耐蚀钛合金和高强钛合金等多种钛合金精密铸件。技术成熟度:中试放大。该技术已在大飞机工程、中国商发公司CJ1000 航空发动机中得到初步应用。

主要指标(特点):

- 1.精密铸件的尺寸精度满足 CT6~CT7 要求;
- 2.精密铸件的表面粗糙度满足 Ra 小于 1.6 要求。



图 1.航空发动机Ti3Al 合金低涡导叶内环



图 2.钛铝低压涡轮叶片精铸件

120结构钛合金产品

应用范围：

结构钛合金材料技术与产品是在承担完成航空、航天、海洋、船舶等高端领域国家项目基础上发展获得的。产品蕴含先进的创新技术，具有优良的性能和质量，可以在中、常温条件下作承力结构件使用。主要应用于航空、航天、海洋、舰船等领域的装备制造，也可以满足化工、交通运输等其他领域对结构钛合金材料的需求。

技术简介：

金属所主攻空天和深海领域用结构钛合金材料研发及部件制备的关键核心技术，采用金属所研发的先进钛合金材料配方及制备工艺，研发了系列先进钛合金材料和部件(包括钛基形状记忆合金及部件),获国家授权发明专利数十项。材料品种包括钛合金粉体、丝材、棒材、板材、无缝管材、锻件、管路件、增材制造件及记忆合金棒丝材、管材及管路件等，开发了系列钛合金产品。其中，钛合金紧固件用棒丝材、钛合金弹簧、记忆合金管材及管路件、钛合金耐压舱结构件、增材制造用钛合金超细粉等产品已经通过我国重大工程应用考核，有的已经应用多年，效果良好，获得业界高度赞誉。另外，金属所具有丰富的结构钛合金材料研发经验和强大的创新能力，可以根据用户的需求开展定制化的合作研制。

主要指标(特点)：

详见具体产品简介。

121钛合金深海耐压舱结构件

应用范围：

本产品主要应用于深海领域，可作为深海/深渊原位科学试验站、深海/深渊基站以及水下滑翔机等水下装备所需的承压外壳，包括钛合金筒体、球壳、封头、法兰、端盖等结构件。

技术简介：

针对深海/深渊原位科学实验站以及基站建设和水下装备外部壳体的使用需求，开发出了不同强度级别的高强高韧钛合金的耐压结构件，可满足高压、低温、海水冲击及腐蚀等严苛深海工况条件。该技术已经通过海试考核并用于某深海工程部件的制造。



图 1.深海装备用高强钛合金耐压壳体

主要指标(特点)：

1. 高强高韧钛合金结构件(室温): $RP_{0.2} \geq 950\text{MPa}$, $A \geq 10\%$; 超高强钛合金结构件(室温): $RP_{0.2} \geq 1150\text{MPa}$, $A \geq 10\%$;
2. 钛合金结构件的超声探伤水平 GB5193A 级以上，表面着色渗透/荧光探测水平 NB/T470131 级以上。

122 钛及钛合金型材

应用范围：

钛合金薄壁型材综合加工性能优异，且成本较传统机加方式大幅度下降，广泛应用于航空装备、车辆装备、海洋、化工等领域，可根据装备设计需求进行定制加工，为装备设计与应用提供更开阔空间。

技术简介：

国内首次开创性采用热轧工艺生产钛合金薄壁型材，提出了专用型轧制研制薄壁钛合金型材技术方案，突破了U型、T型、H型、L型和Z型等钛合金型材轧制技术瓶颈，实现了钛合金型材的尺寸和形状稳定控制，填补了国内钛合金薄壁型材的空白，对我国钛合金型材的发展具有重要的推动意义。该技术目前属于成熟产品阶段，已经成功实现应用考核。

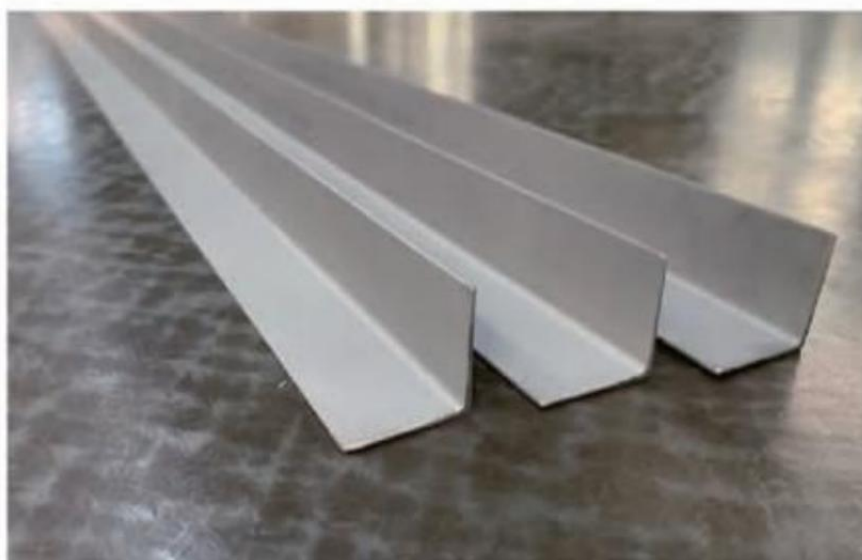


图 1.航空钛合金型材

主要指标(特点)：

- 1.型材表面粗糙度 $R_z \leq 20 \mu\text{m}$, 直线度 $\leq 1.5\text{mm/m}$, 厚度偏差 $\pm 0.15\text{mm}$;
- 2.型材力学性能按照客户需求量身定制。

123 钛合金锻件

应用范围：

钛及钛合金锻件具有高强度、耐腐蚀、优良的抗疲劳性能，能够为航空航天、医疗器械、海洋装备等领域客户提供定制化的高性能钛合金精密锻件。

技术简介：

通过优化设计获得最佳的精密锻造模具，利用有限元模拟获得最佳成型工艺，可有效降低成型火次，进而大幅降低钛合金锻件生产成本，同时提高组织均匀性、稳定性及成品率。本技术产品目前处于成熟产品阶段。



图 1. 钛合金锻件

主要指标(特点)：

1. 锻件尺寸精度 $\pm 0.2\text{mm}$, 外观质量无缺陷，表面粗糙度 $Ra \leq 1.6\ \mu\text{m}$;
2. 锻件力学性能按照客户需求量身定制。

124 钛合金板材的生产与开发

应用范围：

钛及钛合金板材具有高强度、耐腐蚀、轻量化等特点，金属所能够为航空航天、石油化工、海洋船舶、高端装备、医疗器械等领域客户提供定制化的高性能特种板材。

技术简介：

采用高纯度海绵钛与高纯度的中间合金混合压制电极，经三次真空自耗熔炼得到成分均匀且稳定的钛合金铸锭；通过阶梯式降温锻造技术，经多火次墩拔锻造得到组织及性能稳定的钛合金板坯；采用温轧及冷轧混合轧制的方式，经退火矫直后得到稳定的高性能板材。该技术处于成熟产品阶段，目前产品已批量供货。

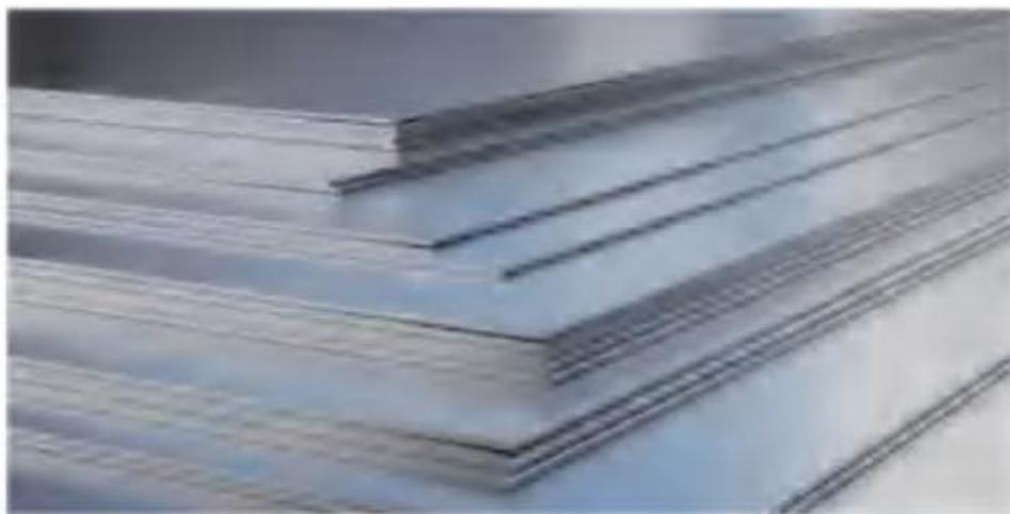


图 1.钛合金板材

主要指标(特点)：

- 1.TA/TB/TC 系列钛合金板材，厚度 3~16mm,宽度 200~1000mm;
- 2.板材力学性能按照客户需求量身定制。

125 钛及钛合金棒丝材

应用范围：

主要生产钛及钛合金所需要的丝棒材，可用于焊接、产品、零件的原材料，广泛应用于包括潜艇船舶、航空航天、石油化工、汽车、建筑、以及体育休闲用品等诸多领域。

技术简介：

金属所拥有完整的棒丝材生产线及专业的开发团队，主要生产高强弹簧棒材、超细丝材、特种焊丝、超弹眼镜丝材等特种丝棒材，该技术目前处于成熟产品阶段，可对外销售，并有多家稳定供应商。



图 1.人工关节锻件

主要指标(特点)：

- 1.TA/TB/TC 系列常规及定制化钛合金材料；
- 2.尺寸范围 $\phi 0.1-60\text{mm}$ ；
- 3.尺寸公差符合 h7、h8、h9；
- 4.微观组织符合A1-A3。

126 钛合金紧固件用棒丝材

应用范围:

航空、航天、海洋、化工、交通运输等领域用钛合金紧固件。

技术简介:

金属所研制承担了多项钛合金紧固件用棒、丝材的国家任务,成功开发出了 TC16、TC4、TB9、TA1G、TC10 等多种牌号、多种规格的钛合金直棒料和盘圆丝材(带涂层),采用这些材料制造的螺栓、螺母、抽钉等多种类型紧固件在多种重要型号飞机上获得应用,技术成熟度达到了6级及以上。用户实际使用验证结果表明,相关产品的技术指标达到国外同类产品的实物水平,技术总体水平处于国内领先、国际先进水平。目前,金属所已具备小批量生产能力,不断为紧固件厂提供着高品质的棒、丝材。



图 1.紧固件用钛合金棒材



图 2.紧圆件用钛合金丝材

图 3.钛合金紧固件

主要指标(特点):

- 1.紧固件用钛合金棒材:规格涵盖 $\phi 2.0 \sim \phi 35.0$;
- 2.紧固件用钛合金丝材(带涂层);规格涵盖 $d2.0 \sim d10.0$;
- 3.棒、丝材性能:满足行业专用标准、国军标、国标等相关标准要求。

127 钛合金高品质焊丝

应用范围：

本材料主要应用于钛合金管材、板材、型材、粉末冶金件以及铸锻件的焊接连接领域，也适用于等离子雾化制粉领域和同轴送丝增材制造领域，具体包括 MIG 焊接丝材、PA 制粉用丝材、同轴送丝和电弧 3D 打印专用丝材等。

技术简介：

针对焊接、制粉和 3D 打印领域对高品质钛合金丝材的需求，依据不同元素在熔化过程中挥发规律和焊缝强韧性匹配规律，根据不同使役环境条件，开发新型焊接丝材，密排层绕的洁净焊丝具备高尺寸稳定性、高表面光洁度和高流动性的特点，可保证生产过程的流畅性。



图 1.钛合金焊丝

合金牌号	规格， φ/mm
TA1/TA2/TA3/TA4	0.8,1.2,2.0,2.5,3.2
TA28/TA15/TA7	0.8,1.2,2.0,2.5,3.2
TC4/TC11/TC18	0.8,1.2,2.0,2.5,3.2

主要指标(特点)：

- 1.Ti6Al4V 合金丝材尺寸精度达到 H9 标准；
- 2.Ti6Al4V 合金丝材表面粗糙度 0.8 μm 以下。

128 钛合金弹簧

应用范围：

本产品重量轻、耐腐蚀、抗疲劳，可用于航空、航天、舰船和海洋工程等领域的机械装备中，实现储能、减振、弹性连接等功能。

技术简介：

针对舰船领域对耐腐蚀钛合金弹簧的需求，开发了Ti55531钛合金压簧和拉簧，其中，研制的Ti55531钛合金压簧通过了性能考核和项目验收，研制的Ti55531钛合金拉簧通过用户的产品评审。针对航空领域对轻质、耐蚀钛合金弹簧的需求，开发了矩形截面 TB9 合金丝材及扭簧、圆截面 TB9 合金丝材及扭簧和压簧。研制的 TB9 钛合金弹簧丝材于 2018 年通过了技术鉴定，研制的 TB9 钛合金弹簧通过了某型飞机的应用考核并得到了工程应用。



图 1.Ti55531 钛合金压簧

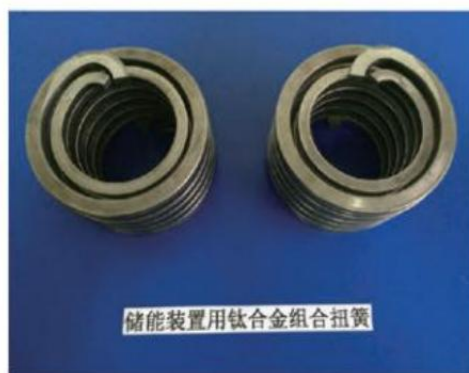


图 2.TB9 钛合金扭簧组

主要指标(特点)：

- 1.Ti55531 钛合金弹簧丝材强度 $\geq 1400\text{MPa}$,延伸率 $\geq 8\%$;
- 2.TB9 钛合金弹簧丝材强度 1250~1450MPa,延伸率 $\geq 10\%$ 。

129 钛及钛合金粉末

应用范围：

钛及钛合金粉末广泛应用于航空航天、医疗、核能等领域，适应于增材制造、激光熔覆、粉末冶金等先进制造工艺。

技术简介：

无坩埚熔化气体雾化制粉技术，是 2003 年从德国 ALD 公司引进无坩埚感应熔化气体雾化法，EIGA 电极感应气雾化制粉装备主要用于制备球形钛及钛合金等高端粉末材料，粉末纯净度高、球形度好，综合性能优异。另外，建立了钛合金粉末系统评价方法。本技术处于成熟产品阶段。

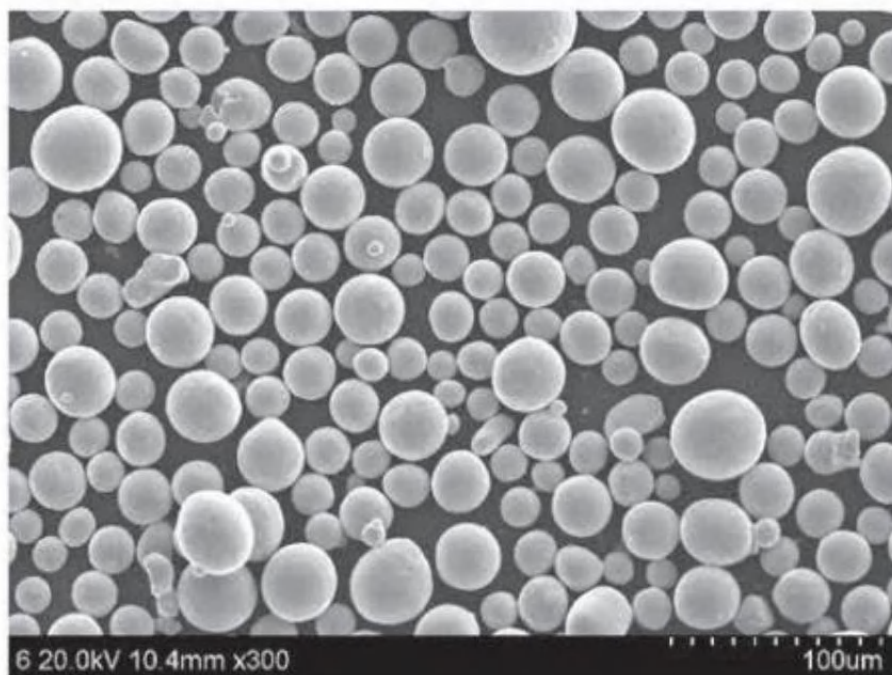


图 1.30 打印粉末

主要指标(特点)：

- 1.TA/TB/TC 系列常规及定制化钛合金粉末；
- 2.3D 打印粉末球形度 $\geq 90\%$,流动性 $\leq 38s/50g$,空心粉率 $\leq 0.1\%$,松装密度 $\geq 50\%$,振实密度 $\geq 60\%$ 。

130 增材制造用钛合金超细粉

应用范围：

钛合金超细粉末依赖进口，是影响国内装备发展的“卡脖子”问题，金属所自主设计并研发出了系列高性能钛合金超细粉末，主要应用于航空、航天、海洋等领域重点装备高性能零部件的制造。

技术简介：

针对航空航天等领域对激光增材制造钛合金构件的需求，采用无坩埚感应熔化气体雾化技术研发出了 TC4、TC11、TA15、TA19、TC18 等多个牌号的钛合金超细粉末，粉末具有氧含量低、球形度高等特点，采用激光增材制造技术成形的钛合金构件具有良好的强韧性匹配，能够满足不同领域装备零部件的性能指标要求。技术成熟度：工程示范。研发的粉末已在多个重点型号上获得了批量化应用，实现进口替代。

主要指标(特点)：

粉末粒度：<53 μm ；粉末粒径分布：D10=10~20 μm 、D50=25~35 μm 、D90=45~53 μm ；松装密度： $\geq 50\%$ ；振实密度： $\geq 60\%$ ；流动性： $\leq 38\text{s}/50\text{g}$ 。

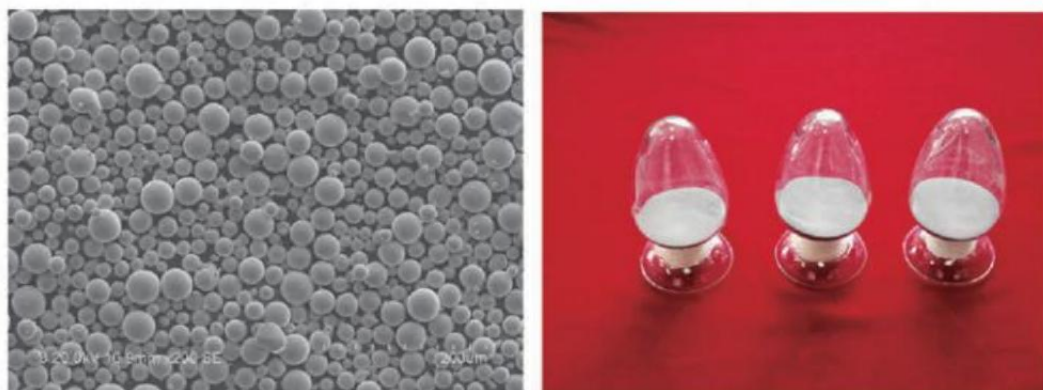


图 1. 钛合金超细粉末

131 高抗疲劳增材制造钛合金制备技术

应用范围：

航空航天、武器装备等领域

技术简介：

增材制造技术因其高集成度、一体成型等等优势成为航空航天等领域关键装备制造制造的颠覆性技术。然而，该技术目前面临的核心问题是其制备的材料疲劳性能远低于锻态，导致构件长期服役可靠性不达标，严重制约了这一技术在重要领域的应用。团队通过发明组织与缺陷耦合调控的 NAMP 新工艺，制备出几乎无缺陷的 3D 打印 TC4 合金(如图 1),成功将拉拉疲劳强度(R=0.1)提升 106%,不但超越了锻态水平，并且创造了所有材料比疲劳强度的新纪录(如图 2)。此外，NAMP工艺制备的组织也具有优异的综合力学性能(强度、塑性、韧性等)及全应力比下优异的疲劳性能(如图 3)。该成果可解决增材制造材料与构件疲劳性能不达标问题，推进增材制造制备承力件在航空航天等领域的应用。目前，该技术在中国商飞、绵阳九院等单位相关装备增材制造构件抗疲劳制备方面正在推广和应用。

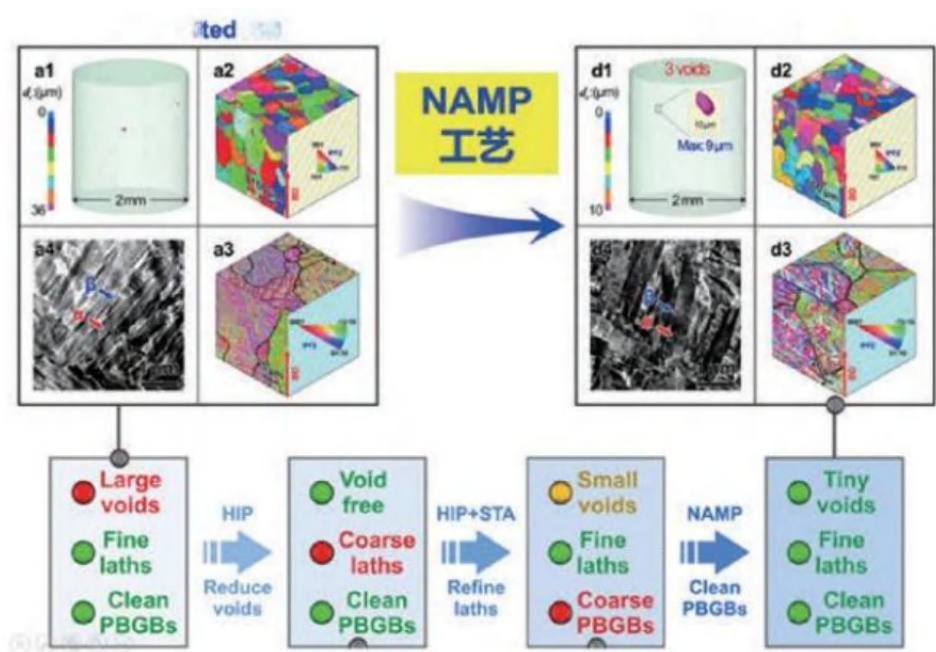


图 1.NAMP 工艺同时实现打印态组织缺陷愈合与组织细化

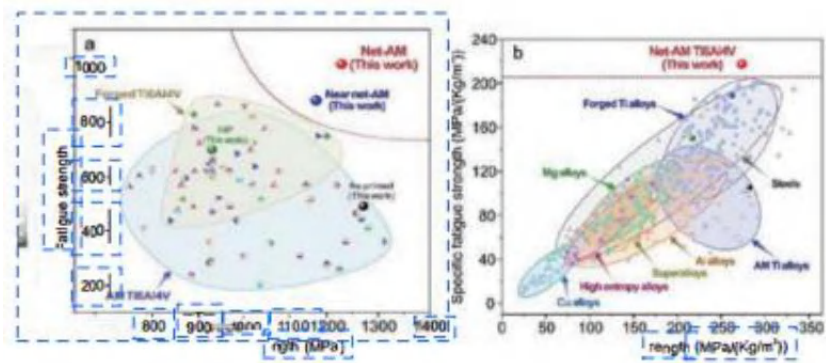


图 2.NAMP 态 TC4 不仅在钛合金中具有最高的疲劳强度，而且在所有材料中表现出最高的比疲劳强度(R=0.1)(a)与增材和锻造钛合金对比；(b)与其他材料对比

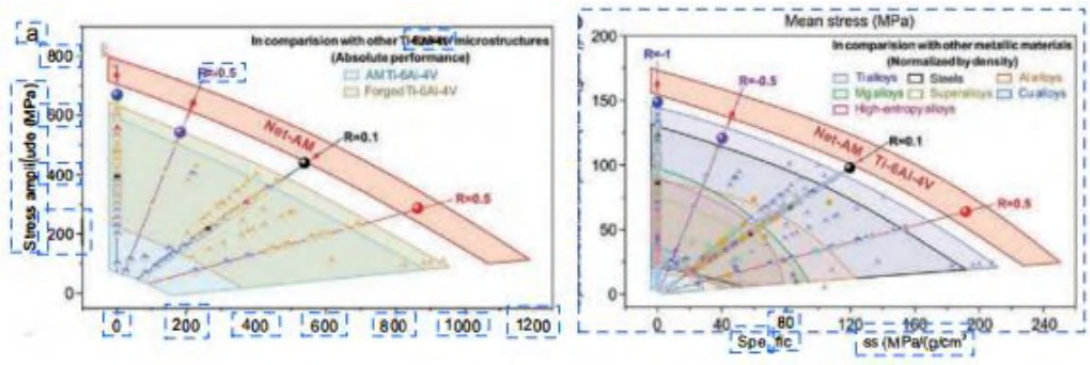


图 3.NAMP 态 TC4 在全应力比下均具有优异的疲劳性能(a)与增材和锻造 TC4 对比；(b)与其他材料对比
主要指标(特点):

屈服强度>1100MPa;抗拉强度>1200MPa;延伸率>8%;冲击韧性>60MPa · m^{1/2};
光滑疲劳强度(R=0.1)>850MPa;光滑疲劳强度(R=-1)>600MPa;缺口疲劳强度
(R=0.1,Kt=3)>350MPa。

132 SiC 纤维增强金属基复合材料及其结构件

应用范围：

本产品主要应用于航空、航天、海洋等重要领域先进装备中的关键结构部件，替代钛合金、镍合金、高强钢、铝合金等传统金属，制成环、轴、杆、筒、板、紧固件等结构件，产生大幅减重、增强效果。

技术简介：

针对航空发动机、高速飞行器、深潜器等先进装备用关键结构部件减重设计需求，开发了SiC 纤维增强钛基、钛铝基、铝基等系列复合材料，材料使用温度可覆盖室温~800°C,同时研制了复合材料整体叶环、薄壁筒、传动轴、连杆、薄板、网格、紧固件等多累复杂结构件，为航空、航天领域多家单位小批量供货，产品服务于国家重大装备亟需。

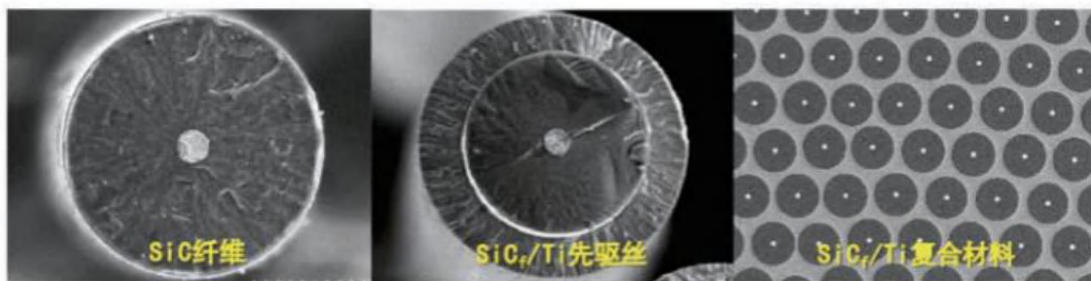


图 1.SicpTi 复合材料制备工艺阶段

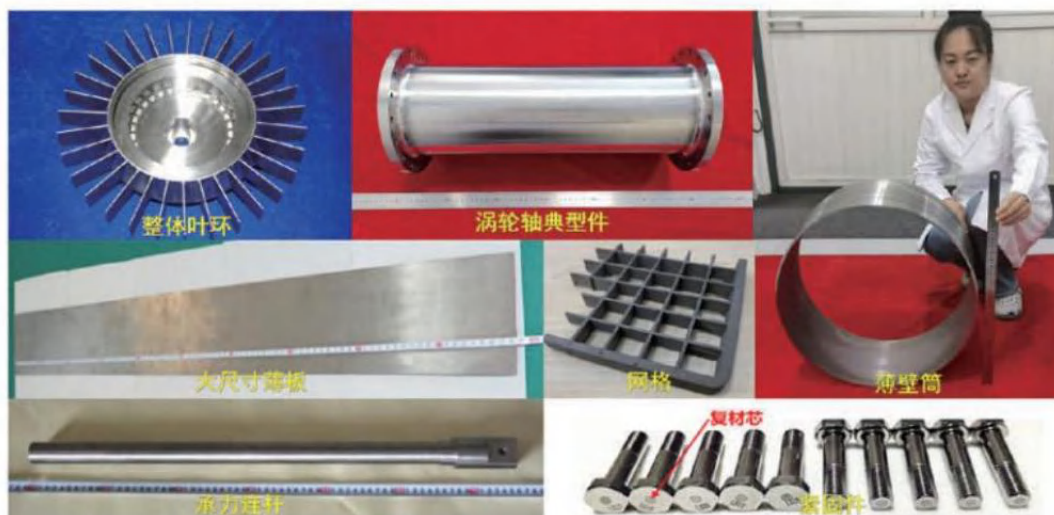


图 2.SiC/Ti 复合材料环、轴、板、棒、梁等系列构件产品

主要指标(特点):

1)SiCf/TC4 复合材料性能：室温拉伸强度 $G_b \geq 1900\text{MPa}$,弹性模量 $E \geq 240\text{GPa}$;

400°C拉伸强度 $Ob \geq 1600\text{MPa}$, 弹性模量 $E \geq 210\text{GPa}$;

室温弯曲强度 $Ob \geq 2500\text{MPa}$;

400°C弯曲强度 $G_b \geq 2000\text{MPa}$;

室温压缩强度 $G_b \geq 3200\text{MPa}$;

400°C压缩强度 $G_b \geq 2000\text{MPa}$;

室温高周疲劳 $900\text{MPa}/R=0.1, N_p 10$;

室温断裂韧性 $K_{Ic} \geq 90\text{MPa}\sqrt{\text{m}}$ 。

2) SiCf/Ti₂ AlNb 复合材料性能: 室温拉伸强度 $O_o \geq 1900\text{MPa}$, 弹性模量 $E \geq 230\text{GPa}$;

750°C拉伸强度 $G_b \geq 1400\text{MPa}$, 弹性模量 $E \geq 200\text{GPa}$;

室温疲劳 $900\text{MPa}/R=0.1, N_p 10^6$;

750°C疲劳 $900\text{MPa}/R=0.1, N_r > 10^6$;

750°C持久/ $500\text{MPa}, t > 100\text{h}$;

室温~800°C热膨胀系数 $< 7 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 。

133 记忆合金管路件

应用范围:

本产品属于一种无扩口管路连接技术,用于 28MPa 及以下流体管路的密封连接,可用于航空、航天和装备制造等领域。

技术简介:

研制的连接 LF2 铝合金导管的 $\phi 12\text{mm}$ 记忆合金管接头,连接 TA16 钛合金与 304 不锈钢导管的中 13mm 记忆合金管接头,连接 TA18 钛合金导管的 $\phi 6\text{mm}$ 、 $\phi 8\text{mm}$ 、 $\phi 10\text{mm}$ 、 $\phi 12\text{mm}$ 的可拆卸式记忆合金管路件通过了相关的应用性能考核和评审。其中, $\phi 13\text{mm}$ 记忆合金管接头通过了工程验证。



图 1.记忆合金管路件



图 2.管路件连接组件

主要指标(特点):

记忆合金材料性能: $R_m \geq 750\text{MPa}$, $R_{p0.2} \geq 450\text{MPa}$, $A \geq 20\%$; 马氏体相变温度 $M_s \leq -110^\circ\text{C}$ 。记忆合金管路件性能满足航空应用性能要求。

134 汽车发动机用TiAl基合金进/排气阀

应用范围:

可应用在轿车、卡车或重载车辆等汽车发动机。

技术简介:

传统的汽车发动机排气阀材料主要为耐热钢等,因比重大,高温耐磨性及抗氧化、抗疲劳性能较差,发动机的空气压缩比低,比油耗大。同时,燃料不充分燃烧造成排放污染。利用TiAl基合金制造汽车气阀,在不改变原有几何尺寸的条件下可减重 50%,有效提高发动机燃油效率,降低噪音。

主要指标(特点):

金属所研发了系列TiAl基合金汽车发动机气阀制造技术:发明了一种TiAl基合金的熔炼方法,合金成分均匀,氧含量可控制在 1000wt.ppm 以下;发明了TiAl基合金气阀铸造工艺和熔模铸造TiAl基合金气阀的壳型,壳型稳定性好,可有效控制铸造过程的增氧,气阀成型率能达到 85%,无内部缺陷,组织均匀;制备出纳米叠层 TiN 梯度膜,并涂层于气阀上,镀膜与基体、镀膜各层之间具有良好的结合。金属所制备的TiAl基合金气阀在德国TRW 公司机械加工后由英国伯明翰大学进行表面涂层,德国TRW 公司经过 200 小时苛刻条件下台架试车和 200 小时发动机试车,结果显示,金属所制备的气阀几乎没有任何磨损和其它缺陷产生,性能优异。



图 1.金属所制造的TiAl 基合金汽车发动机气阀

135 NiTi 合金丝材

应用范围：

采用超纯冶炼制备的镍钛记忆合金锭，经加工后可应用于制作各类医疗丝材、板材、紧固件等。采用高强度 1Cr18Ni9Ti 丝材制备的弹簧，力学性能优异，可广泛应用于航空航天、船舶、仪器仪表等行业。

技术简介：

采用低偏析技术和超纯冶炼工艺，可以大幅降低合金中的杂质元素含量，改善合金的加工性能，可制备出高性能的镍钛记忆合金锻棒、丝材及高强 1Cr18Ni9Ti 弹簧丝等。技术成熟度：成熟产品。

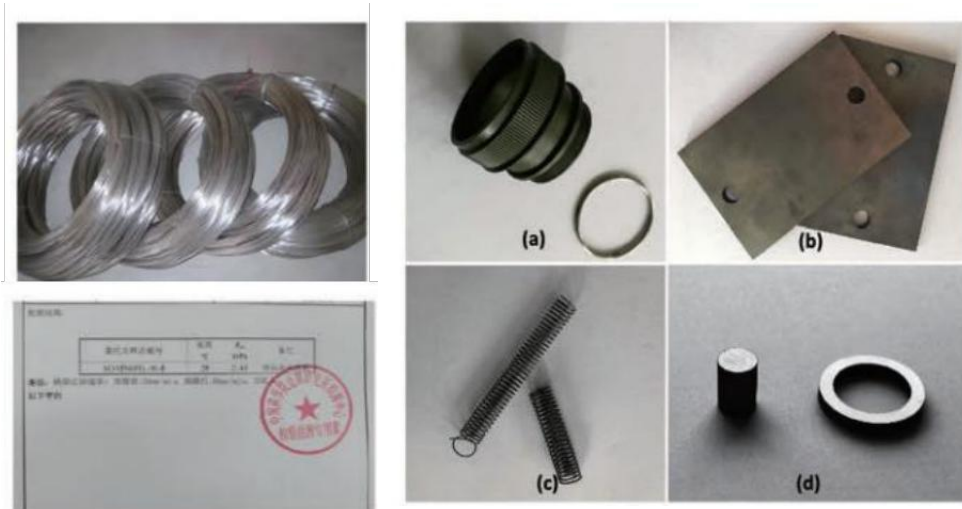


图 1.高强 1Cr18Ni9Ti 弹簧丝 图 2.镍钛记忆合金制品：(a)紧固环(b)阻尼减藏板(b)感温弹簧(d)垫片

主要指标(特点)：

制备的镍钛记忆合金锭氧、氮含量之和在 500ppm 以内，具有优异的超弹性和形状记忆功能。

高性能 1Cr18Ni9Ti 弹簧丝，直径 1.0mm~5.0mm,室温拉伸性能可达 2000MPa 以上。单盘直径大于 300mm,单盘重大于 2kg。

136 高性能钛合金集成计算设计平台

应用范围：

基于自主研发的多尺度模拟软件建立结构材料计算设计平台，以微观变形机制为突破口，结合计算模拟、实验表征与人工智能技术，应用于航空航天、深海深地、生物医用等领域，实现研发成本降低、周期缩短、性能提升，获得用户证明多项。成功案例包括铸造TiAl合金叶片室温抗拉强度提高 20%,延伸率提高 30%;增材制造高强钛合金抗拉强度 1611 MPa 并保持 5.4%的均匀延伸率，实现现有 3D 打印金属中最高比强度。

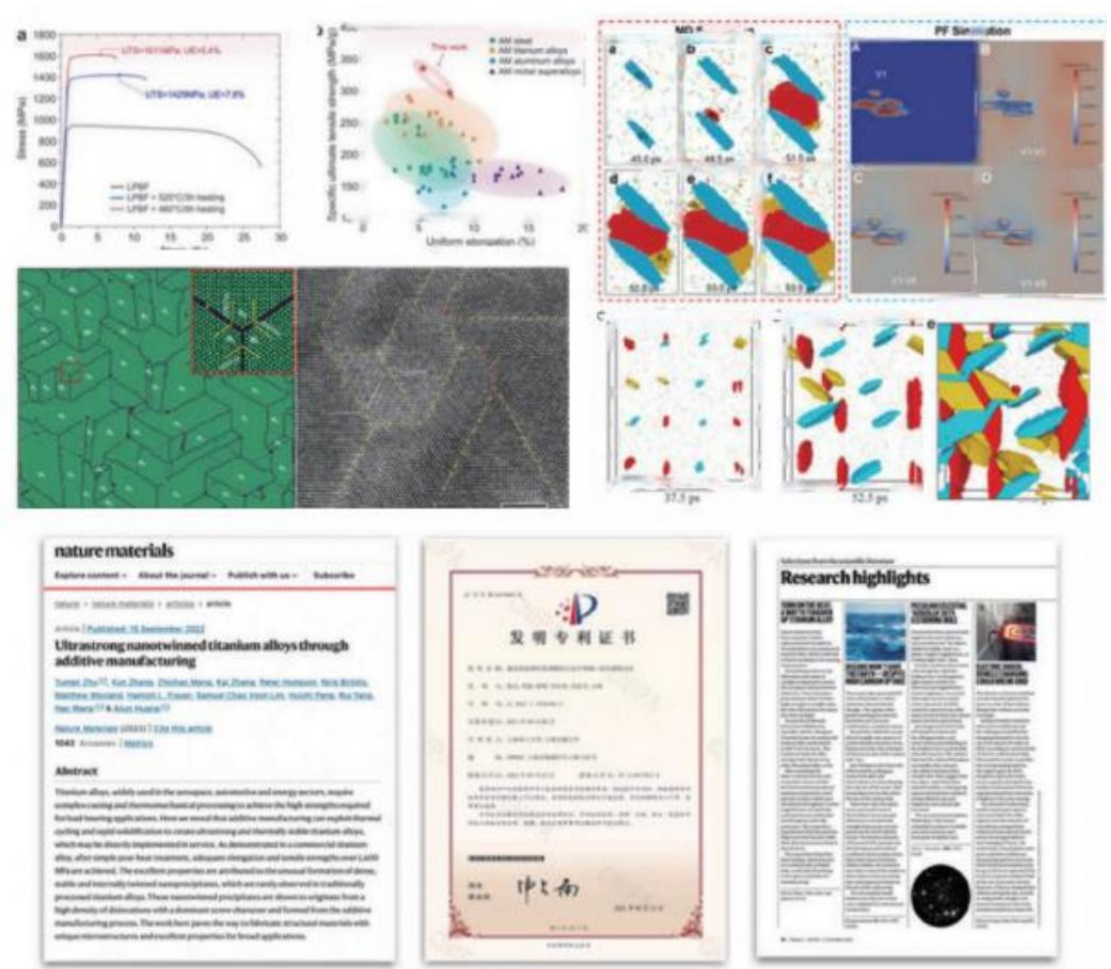


图 13D 打印超高强钛合金及其孪晶强化机制。相关论文、专利及评论

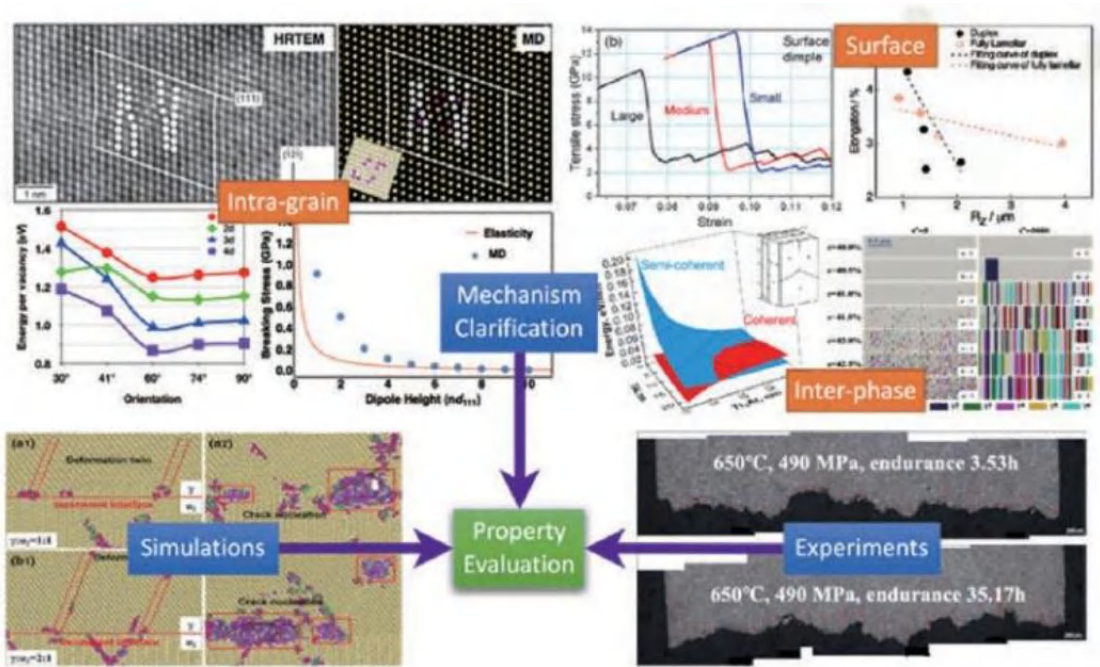


图 2 多尺度模拟结合实验实现TiAl 合金综合性能优化。

技术简介：

本团队开发的钛基合金集成计算设计平台，基于高通量多尺度模拟技术，结合长时间原子动力学与结构搜索算法，实现微观组织调控与工艺参数优化。该平台通过建立材料成分-工艺-性能关联模型，显著减少实验迭代次数与研发成本，已支撑国家重点研发计划、973 计划及多项基金项目研究，并在中广核苏州热工院、中科锐金等企业实现工程化应用示范，技术成熟度达工程验证阶段，为先进钛合金材料研发提供数字化设计支撑。

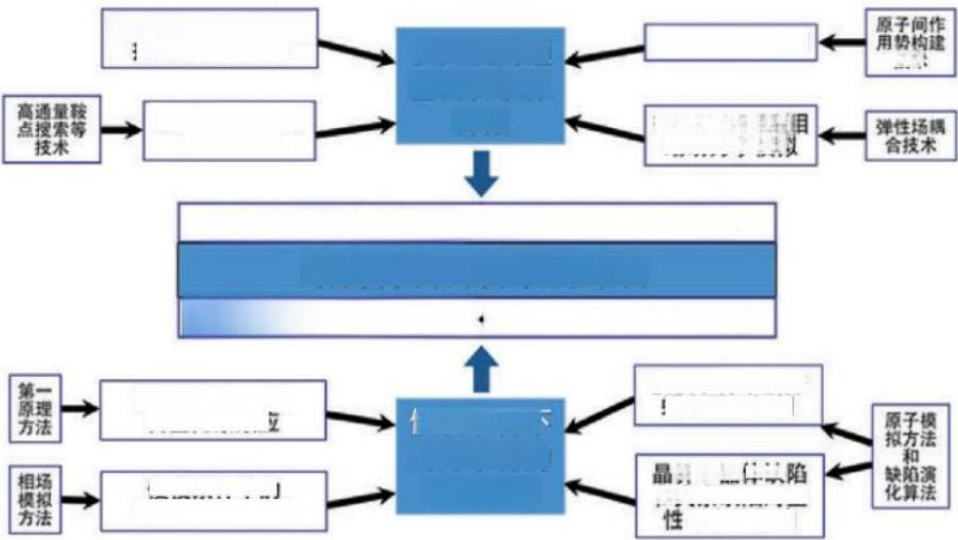


图 3 面向服役性能的钛合金集成计算设计平台

主要指标(特点)：

实现从微观到宏观的多尺度高通量计算模拟，实现物性参数的自动流程高通量并发式计算；第一原理计算样本数大于 10 万级，实现合金成分区间全覆盖；分子动力学模拟原子数达到 10 亿级，对接实验精细表征的空间尺度；原子尺度缺陷演化模拟对应的真实时间达到小时级，实现缺陷寿命评价；显微组织演化模拟耦合温度场和应力场，实现熔炼、变形等加工服役条件全覆盖；集成计算获得的力学性能模型误差率不高于 25%。

137 大型钢锭缩孔、疏松、A 偏析及 沉积锥夹杂物等控制技术

应用范围：

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，降低了钢锭的合格率以及材料的利用率。金属所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，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%。

技术简介：

该技术为一种高质量、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。



图 1.采用本技术优化的大型钢锭对比

主要指标(特点)：

钢锭内部的缩孔疏松达到 1 级以上；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%。

138 高品质宽厚板坯制备技术与装备

应用范围：

应用于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。

技术简介：

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。金属所经过技术攻关突破了宽厚板坯制备技术，可生产优质特厚板坯。技术成熟度：成熟产品。已在鞍钢等企业产业化，制备了核电、容器等大锻件。



图 1.大型宽厚板坯

主要指标(特点)：

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坯的迫切需求。

139 超大断面立式连铸实心与空心钢锭

应用范围：

采用立式连铸方法生产直径大于中600mm 的铸坯，具有生产效率高、材料利用率高、组织致密等优点，可用于生产轴类件、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，大大降低成本。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。

技术简介：

目前大型钢锭的制备方法主要是模铸法，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。金属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。技术成熟度：成熟产品。空心坯在河南永通实现产业化，用于容器筒体制备，提高成材率 15%以上。



图 1.900mm 以上直径大断面连铸圆坯 图 2.直径 1200mm 空心连铸

坯主要指标(特点)：

设备投产后，可以年产钢锭 10 万吨，产值 8 亿元以上。

140 恒熔速、熔滴控制真空自耗重熔技术

应用范围：

主要用于Fe、Ni等基合金的真空二次重熔。

技术简介：

(1)具备国际先进的熔滴短路控制技术，采用熔滴计数控制算法对电弧间距进行精确控制，促进合金夹杂物的稳定去除并大幅改善重熔锭表面质量。

(2)具备恒熔速控制技术，结合结晶器特殊的强冷却设计最大程度抑制重熔锭的宏观偏析。同时配备有电磁搅拌线圈，可在重熔过程中满足对熔池进行搅拌的特殊需求。

(3)高真空重熔条件下实现对合金中气体(如O、N、H)的有效脱除，最大程度避免合金中活泼元素(如Al、Ti、Zr)的烧损。

(4)具备分压冶炼功能，可最大程度减少重熔合金中Cu、Mn等元素的挥发。

(5)技术成熟，已实现应用。



图 1.1 吨真空感应熔铸炉

主要指标(特点)：

熔铸容量：250kg~1200kg (以Fe计);铸模预热温度：室温~900℃;流槽加热温度：300℃~1300℃;电极规格：φ80×1200、φ160×1450、φ220×2200、φ300×2200mm、或定制;熔铸压力条件：0.05Pa~40000Pa;铸模移动范围：X轴1.4米，Y轴0.4米。

141 超高纯耐蚀 316L 不锈钢

应用范围：

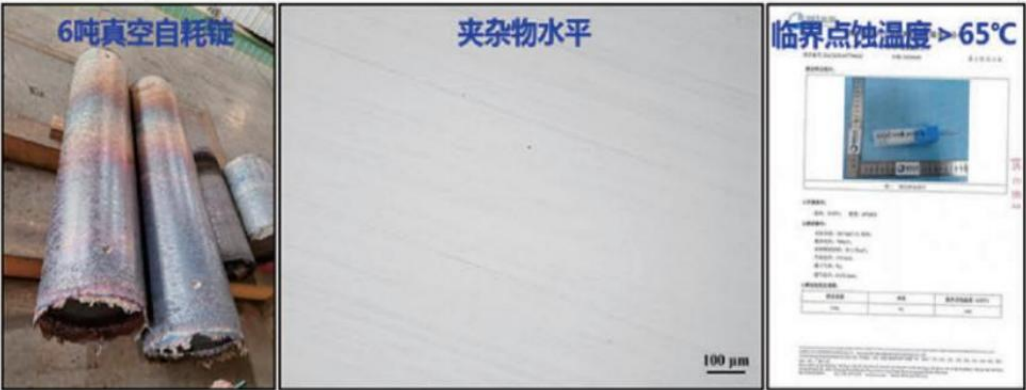
在电子信息行业中使用，应对强腐蚀、低溶解及低释气等特殊工况要求。

技术简介：

在 6 吨级真空感应冶炼+真空自耗重熔双联工艺条件下，应用自主研发的夹杂滤清技术制备超纯净不锈钢原材料。制备的合金材料具有极低的夹杂物含量，材料铬铁比(Cr/Fe)、氧化铬/氧化铁比(CrOx/FeOx)、表面缺陷数量、临界点蚀温度(CPT)等指标达到国际同类材料的 A 级水平。

主要指标(特点)：

检测项	夹杂物	Cr/Fe	CrOx/ FeOx	缺陷数		临界点蚀温度/℃
				平均值	最大值	
典型值	A、B、C类夹杂物 0级，D类0.5级	1.8	2.9	0.5	2	≥65



142 超纯 316L 不锈钢

应用范围：

超纯 316L 不锈钢可用于半导体设备高纯气体输送管路、医疗微细管等。

技术简介：

随着我国高端装备制造业的发展，对材料纯度和性能的要求日益提高。高纯 316L 不锈钢作为半导体、生物医药、核电等行业的关键材料，其应用需求逐渐增加。从供应链安全角度，高纯 316L 的国产化替代进口需求日益迫切。

金属所通过超纯冶炼工艺制备的超纯 316L 不锈钢，能有效控制钢中二十余种杂质元素含量，有效降低 夹杂物数量，满足半导体、芯片、生物医药行业对超纯不锈钢的需求。该技术目前处于成熟产品阶段，已对多家企业实现批量供货。



图 1.超纯 316L 铸锭

2.超纯 316L 阀门

主要指标(特点)：

元素	c	s	p	O	N	H	Al	Ti
控制含量	≤0.008	≤0.002	≤0.005	≤0.0008	≤0.0008	≤0.0001	≤0.01	≤0.005
A+B+C+D+DS (夹杂) :≤0.5								

143 大型主轴承成套制造技术

应用范围：

盾构机、风电机组、港机、塔吊等重大装备。

技术简介：

大型主轴承，是重大装备的核心关键部件，直接决定了重大装备的运行状态与服役寿命。由金属所牵头，通过全链条攻关，开发了大型主轴承关键零件自主选材规范，突破了大型主轴承关键零件的纯净化制备、均质化控制、低应力调控、大淬深处理、异材质复合、高精密加工等系列关键技术，构建了结构设计、材料制备、加工装配、测试评价等大型主轴承关键零件全链条技术体系，实现了盾构机 $\phi 3-8\text{m}$ 级主轴承的成功研制，技术成熟度处于“工程示范”阶段。其中， $\phi 8\text{m}$ 级主轴承是目前国内直径最大、单重最大的盾构机主轴承， $\phi 3\text{m}$ 级主轴承已经在沈阳地铁一号东延线顺利完成示范应用，为大型主轴承实现产业化和进口替代，奠定了坚实工作基础并积累了重要工程业绩。



图 1.首套自研 $\phi 3\text{m}$ 级主轴承成套产品



图 2.首套自研 8m 级主轴承成套产品

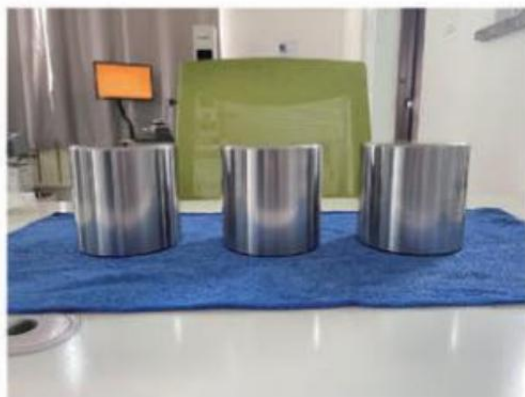


图 3.首套自研中 8m 级主轴承G1 级 $\phi 120\text{mm}$ 大型滚子产品



图 4.首套自研 8m 级主轴承大型保持架产品

主要指标(特点):

1.“超纯净、高均质、大淬深”的材料制备技术：套圈和滚子材料的Ti $\leq$ 15ppm、T.O $\leq$ 12ppm、As+Sn+Sb+Bi+Pb $\leq$ 100ppm,夹杂物分数 $f\leq 0.89\% \times 10^{-3}$ 等纯净度指标；套圈和滚子的全断面硬度均匀性 $\Delta H\leq \pm 1.5\text{HRC}$ ；套圈主推滚道面淬层深度 $8\geq 10\text{mm}$,滚子残余奥氏体分数 $\leq 5\%$ ；套圈和滚子材料与零件的各项性能指标达到国际先进水平。

2.高精密大型滚子加工技术：超过 $\phi 40\text{mm}$ 的大型滚子，滚动表面素线为真实对数曲线，直径规值 $\leq 1.5\ \mu$ 、端跳 $\leq 6\ \mu$ 、滚动表面粗糙度 $\leq 0.125\ \mu$ 、圆度误差 $\leq 0.5\ \mu$ 。

3.高性能大型保持架加工技术：铜钢异材质焊缝超声波缺陷当量 $\leq \phi 2\text{mm}$,渗透检测质量等级不超过 1 级；焊缝拉断力 $\geq 80\text{kN}$, $F_{\text{max}}=20\text{kN}$ 、应力比 0.1、20Hz的拉拉疲劳周次 $N\geq 10^6$ 。

4.大型主轴承成套装配技术：设计寿命超过 104 小时，装配公差精度P6 级以上。

144 高端刀具用钢及其制品制造技术

应用范围：

民用刀具、工业刀具、医疗器械等。

技术简介：

刀具用钢直接决定了刀具使用性能。国外已经系统开展了系统的中高端刀具用钢研究，拥有独特的生产工艺技术核心和流程，占据了国际中高端刀具的主要市场。然而，国内由于缺乏系统研究，虽有自主刀具品牌，但产品档次较低、工艺水平较差、品种规格不全、市场占有率极低。金属所通过“C+N+RE”共合金化，形成了具有高强、高韧、耐磨、耐热、耐蚀、可加工性良好的自主高端刀具用钢材料体系与制备技术，并借助国内现有产线，开发了高端刀具制造技术。自研高端刀具超过 500 套，耐磨性、耐蚀性、锋利度、持久度等各项性能，均达到、甚至超过了德国、日本的国际知名品牌产品水平。技术成熟度处于“中试放大”阶段。



图 1.高端刀具钢板坯 图 2.高性能民用厨刀砍刀 图 3.高性能民用厨刀一切刀 图 4.医用骨科工具-拉钩

主要指标(特点)：

1.高端刀具用钢： $T.O \leq 15\text{ppm}$ 、 $[N] \geq 0.30\%$ 、 $[RE] \geq 0.0030\%$ ，A、B、C、D、DS 各类夹杂物等级 ≤ 0.5 级，夹杂物分数 $\leq 0.01\%$ ；不含Ni、Cu 等人体致敏元素，具有无毒无害、耐蚀抑菌等特性。

2.高端刀具制品：硬度 $\geq 56\text{HRC}$ ，初始锋利度 $\geq 100\text{mm}$ 、初始持久度 $\geq 400\text{mm}$ ，达到国际先进水平。

145 耐磨农机部件制造技术

应用范围：

该技术应用于农机耐磨部件的生产，解决农机部件强度低、耐磨性差的问题，可大幅度提高部件的使用寿命，降低生产成本。

技术简介：

国产农机具材质差、磨损快、寿命短，频繁更换，不仅费钱费时，还耽误农时，而国外进口件耐用、寿命长，深受农场欢迎，进口量较大。金属所研制出了含碳化物的等温淬火球墨铸铁(CADI)和耐磨高强高韧合金钢等新型耐磨材料，采用该材料制备的农机部件经国内多家农场装车考核，结果表明：金属所研制的新型耐磨材料产品使用寿命普遍是国内同类产品的 2 倍以上，其中铧式犁达到 5~10 倍。这些产品的使用性能均达到国际先进水平。



图 1.部分农机耐磨产品

主要指标(特点)：

多种高硬度、高强高韧性合金材料及相应生产技术，可满足多品种、多规格农机部件的生产要求。生产部件的各项性能指标均达到进口件的水平，性价比高。

146 盾构机和矿山机械疏浚泵关键耐磨合金钢

应用范围:

主要应用于盾构机、矿山机械和疏浚泵等领域苛刻环境的耐磨部件,该合金表面硬度、耐磨性和抗压强度优于 H13 和 DC53 合金钢,且铸造性能和焊接性能也优于 H13 和 DC53 合金钢,可在更苛刻耐磨环境下替代 H13 和 DC53 合金钢。

技术简介:

该合金通过设计微米级 VC 和纳米级 M2C 析出相的多尺度碳化物提高耐磨性能和强韧性能,具有共格相界面的 VC 与基体结合力优异,往复磨损时不易脱落及大地提升合金耐磨性能,马氏体界面处高密度的共格纳米 M2C 有效阻碍位错运动,并降低界面应力集中,显著改善合金的强韧性,解决了传统耐磨部件耐磨性能和强韧性能难以平衡控制问题。现采用该合金成功试制出盾构机用滚刀刀围和耐磨挡板。



图 1.盾构机和疏浚泵关键极耐磨部件工程应用情况

主要指标(特点):

- 1.室温表面硬度: 65~70HRC;
- 2.室温表面磨损率: $\leq 3 \times 10^{-6} \text{mm}^2 (\text{N}+\text{m})$;
- 3.室温 U $\square$ 冲击韧性: $\text{akU} \geq 10 \text{J/cm}^2$;
- 4.室温抗压强度: $\geq 3000 \text{MPa}$ 。

147高强高韧合金钢

应用范围：

应用于海洋工程、压力容器、石油化工、航空航天等领域，可用于制造船板、海洋钻井平台、锚链、耐高压气瓶、低压转子等。

技术简介：

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，同时对韧性(尤其是低温冲击韧性)有更高的要求。金属所自主研制开发了一种NiCrMo系马氏体钢，具有优良的强韧性配合，同时材料冷热加工性能好、成本低。研制的合金命名为JQ100,该合金申请了国家发明专利，并获得授权。截至目前，采用JQ100合金钢已成功制备了耐高压气瓶，并实现供货。

近年来，在JQ100合金钢的基础上，陆续研制了具有不同强韧性匹配的合金钢，比如980MPa级合金钢，其屈服强度不低于980MPa,而且具有更好的低温冲击韧性，如-70℃的冲击功可达200J,可适用于对韧性要求更高的场合。而且C含量更低，合金钢的焊接性能更好。



图 1.JQ100 制备的气瓶完成了爆破试验-爆破压力满足指标要求，断口呈韧性断裂

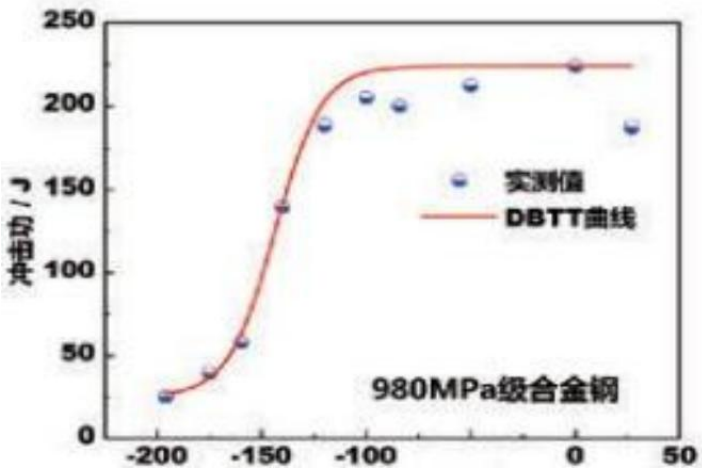


图 2.980MPa 级合金钢的 DBTT 曲线低温韧性好，在-100℃时冲击功仍有 200J
主要指标(特点)：

JQ100 合金钢的主要性能: $G_b \geq 1200\text{MPa}$, $G_{pa2} \geq 1100\text{MPa}$, 延伸率 $A \geq 14\%$, 面缩 $Z \geq 50\%$, $A_{kw}(-70^\circ\text{C}) \geq 60\text{J}$, $A_{kv}(\text{常温}) \geq 100\text{J}$ 。断裂韧度 $K_{Ic} \geq 130\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$, 无塑性转变温度 $\text{NDTT} < -80^\circ\text{C}$, 年腐蚀速率 $R < 0.1\text{mm/a}$ 。

980MPa 级合金钢的主要性能: $G_b \geq 1020\text{MPa}$, $G_{po2} \geq 990\text{MPa}$, 延伸率 $A \geq 14\%$, 面缩 $Z \geq 50\%$, $A_{uw}(-70^\circ\text{C}) \geq 120\text{J}$ 。

148 超高强度马氏体时效(不锈)钢

应用范围：

主要用于生产如火箭发动机壳体，扭杆悬架，飞机起落架，旋翼飞机铰链，深海潜艇用结构件等；还可用于生产压铸模具，塑料工业模具，冷成型模具，压力容器，高强度螺栓，紧固件和弹簧以及撞针或活塞杆材料等。

技术简介：

马氏体时效钢不同于传统含碳马氏体钢，它是利用固溶处理后的时效处理，使金属间化合物在超低 C 的高Ni 马氏体基体中析出而获得强化的一种高合金高强度高韧钢。

它具有很高的断裂韧性和抗氢脆、耐应力腐蚀相结合的特性，在固溶状态下和完全热处理后均易焊接而不需预热处理，且易于加工成型。通过时效后空冷处理就能获得该材料的全部强度，除常规环境和部分耐蚀性环境下具有良好机械性能组合外，这种热处理即使在复杂形状的重型构件中也能有效防止尺寸变形和破裂。

图 1 为利用 2800MPa 级马氏体时效钢制备的弹簧及撞针零部件。图 2 为利用1900MPa 级马氏体时效不锈钢生产的具有耐腐蚀特性的飞机起落架材料。



图 1.2800MPa 级马氏体时效钢相关制品 图 2.200Kg 级飞机起落架用马氏体时效不锈钢及其性能对比

149 新型核电用耐液态金属腐蚀 马氏体耐热钢-SIMP 钢

应用范围：

主要用于制备大科学装置及核工程示范堆中的主要零部件，如堆芯元件、靶窗、一回路管道及换热器等结构件，还用于制造有液态腐蚀环境的其它机械部件，如电泵。

技术简介：

新型核电耐液态金属腐蚀马氏体耐热钢-SIMP 钢是在中科院先导专项“未来先进核裂变能-ADS 嬗变系统”支助下由中国科学院金属研究所研发具有自主知识产权的 ADS 嬗变系统专用结构材料。通过优化组织与成分设计，该结构材料的重要特点在于：同时具有耐高温、抗辐照、抗液态金属腐蚀三个方面均优良的性能，其抗氧化性能、耐液态铅铋腐蚀性能、抗辐照性能明显优于同类钢种T91，耐超临界水腐蚀性能与奥氏体钢 TP347 相媲美，同时还具有聚变堆用结构材料的低活化特性，是我国先进核裂变能 ADS 嬗变系统首选候选结构材料。目前已完成4 轮次 5 吨级制备，具备工业化基础。



图 2.工业化规模 5 吨级 SIMP 钢锭



图 3.SIMP 钢制备的管、板型

材主要指标(特点)：

室温抗拉强度 $UTS > 800\text{MPa}$; 屈服强度 $YS > 550\text{MPa}$; -20°C 下冲击韧性 $> 100\text{J}$; 在 800°C 的空气中仍然具有完全抗氧化性；在 600°C 饱和液态 LBE 合金中腐蚀 500h 后的氧化膜厚度不超过 $40\mu\text{m}$, 氧化膜与基体结合力 $> 10\text{MPa}$; $600^{\circ}\text{C}/10$ 万小时外推持久强度 $= 30\text{MPa}$; $300-450^{\circ}\text{C}$ 下在 200keV 的 He 离子辐照剂量下 ($5 \times 10^{16} \text{ions/cm}^2$) 不产生 10nm 以上的氮泡。

150 氧化物弥散强化(ODS)FeCrAl 合金及管材

应用范围:

可作为新一代核反应堆包壳及容器材料,用于事故耐受燃料包壳材料,可提高反应堆抵御严重事故的能力,显著提升堆芯的安全性能。

技术简介:

氧化物弥散强化(Oxide dispersion strengthened,ODS)FeCrAl 合金,可抵御高温氧化腐蚀、抑制时效脆化、延缓中子辐照肿胀并具有良好的高温拉伸强度和蠕变强度。金属所实现了批量制备 14Cr-ODS-FeCrAl 管材,外径9.5mm,壁厚 0.3mm,长度 4m(图 1)。合金基体内均匀分布纳米尺寸强化相,并与基体具有良好共格关系。合金具有优异的强塑性匹配,在高温 1000°C时仍能维持 100MPa 级别的屈服强度。通过 360°C/B/Li/100 天动态水溶液腐蚀、360°C/18.6MPa/100 天静态水溶液浸泡和 1200°C/8h 高温水蒸汽腐蚀试验,证明该合金具有优异抗腐蚀、抗氧化性能。

主要指标(特点):

1.微观结构

合金基体内弥散分布纳米氧化物颗粒,平均直径 7.1nm,数密度 $6.24 \times 10^{22} \text{ m}^{-2}$,通过钉扎晶界和位错移动提高合金的高温力学性能(图 2 和图 3)。

2.抗腐蚀性能

在 360°C静态水溶液中浸泡 100 天,与同批次的 Zr 合金相比,14Cr-ODS-FeCrAl 管的平均质量增重速率常数低了两个数量级,氧化膜厚度只有 0.2 μm 。在 360°C动态水溶液中腐蚀 100 天,14Cr-ODS-FeCrAl 管的质量增重和氧化膜厚度比同批次氧化膜开裂的 Zr合金显著降低。在 1200°C/0.1MPa/8h 水蒸汽腐蚀中,14Cr-ODS-FeCrAl 管形成致密氧化铝薄膜,与基体紧密结合,阻碍水蒸汽对合金基体的腐蚀,而同批次 Zr合金管已整体断裂。

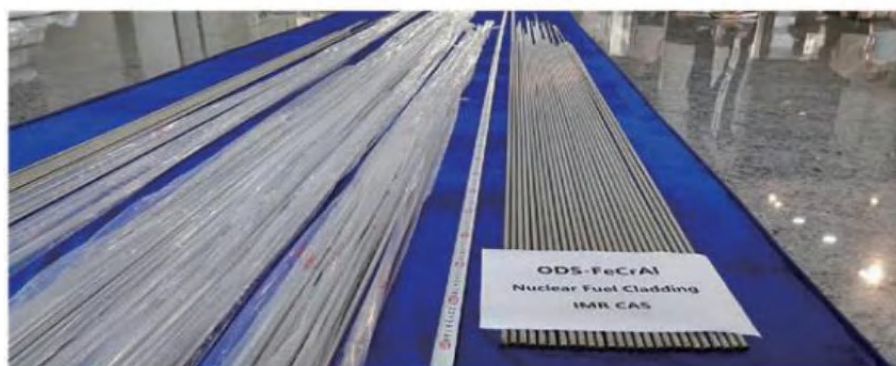


图 1.09.5mm×0.3mm×4m 包壳管

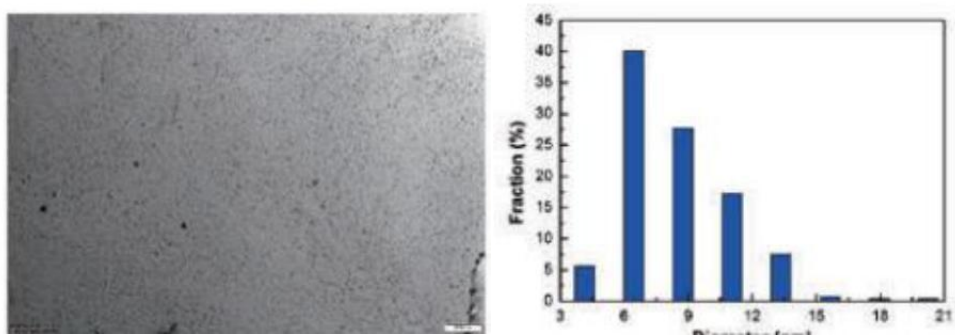


图 2.TEM 视场下的纳米氧化物形貌与颗粒尺寸分布

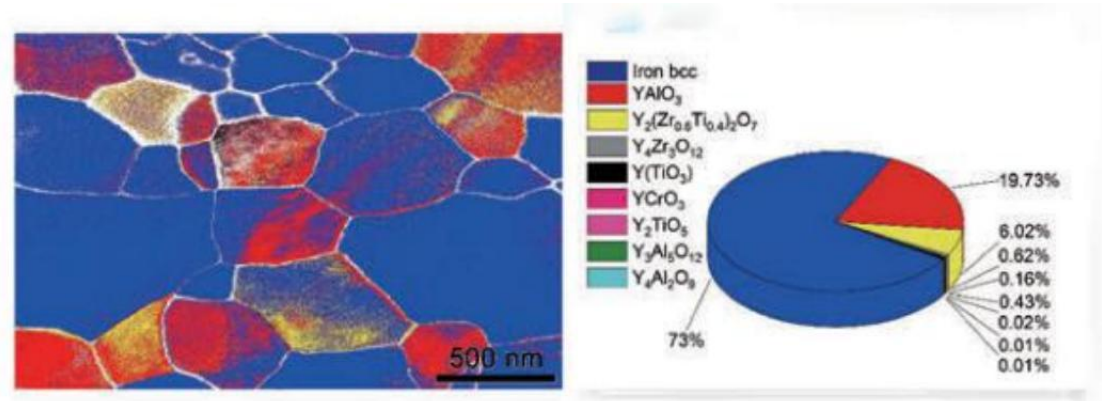


图 3t EBSD 视场下的纳米氧化物物相分析

151 钠冷快堆包壳材料及制备工艺

应用范围:

针对快中子堆包壳管苛刻的服役环境，自主研发出具有优异的抗辐照性能及力学性能的CN-1515 合金，被我国钠冷示范快堆选为包壳材料。创新了纯净化冶炼和均质化锻造技术，可应用于高性能管材制备。CN-1515 合金与管材也可应用于其他快堆相关部件。

技术简介:

针对包壳材料对 CN-1515 合金关键元素的精确控制和纯净化的要求，创新出真空感应联合真空自耗重熔冶炼的双联超纯净工程化冶炼工艺，可控制CN-1515 合金中O、S 杂质元素分别 $\leq 10\text{ppm}$ 。基于消除偏析并强化扩散均匀性的思想，通过高温均匀化结合多向锻造变形破碎铸态组织中粗大的柱状晶并强化偏析元素扩散，创新出 3 吨级 CN-1515 合金均质化锻造工艺和控制 MC 相弥散析出的新方法。技术成熟度：成熟产品。CN-1515 合金纯净化冶炼和均质化锻造技术已经在抚顺特殊钢股份有限公司应用，实现了千吨级连续稳定生产，所生产的包壳管组织均匀、MC 相弥散分布，性能稳定，有力推动了钠冷示范快堆建设。



图 1.各种规格的 CN-1515 锻造棒材

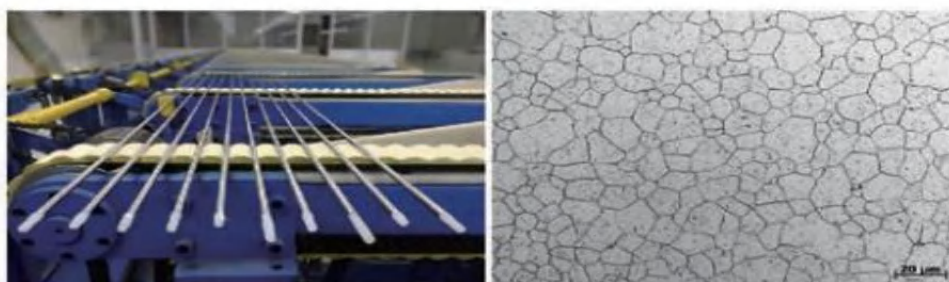


图 2CN-1515 国产包壳管

图 3.CN-1515 成品包壳管组织

主要指标(特点):

CN-1515 合金钢锭中 O、S 杂质元素分别 $\leq 10\text{ppm}$;A、B、C、D 类夹杂物分别小于0.5 级，氮化物夹杂 ≤ 1.5 级；组织均匀、无条带状分布碳化物和细晶带。

152 高硅奥氏体不锈钢板材

应用范围：

高硅奥氏体不锈钢因在强氧化性介质中能生成 SiO_2 保护膜，在高温浓硫酸中具有很强的保护性，可以用于制造各种硫酸制酸设备，如吸收塔，干燥塔，酸冷器等。采用高硅奥氏体不锈钢制造的干燥塔、吸收塔及塔内分酸装置、填料支撑等具有强度高、刚性好、重量轻、节能、安装容易、使用寿命长、操作方便等优点。

技术简介：

高硅奥氏体不锈钢在高温浓硫酸中具有优良的耐腐蚀性能，且 Si 含量越高，材料的耐腐蚀性能越高，但加工性能越差。如果热加工工艺选择不当，则会使晶界重熔、析出有害相，导致热加工开裂。金属所研究了固溶处理对合金组织的影响、合金的高温拉伸、压缩性能，创新出一种适用于 6.0-6.7wt.%Si 含量高硅奥氏体不锈钢热加工技术，并解决了 6-10 吨级高硅奥氏体不锈钢锻造、热轧、及冷轧过程中的工艺难题，成功开发了 10 吨级板卷热连轧和连续热处理，冷轧及热处理技术。技术成熟度：成熟产品。可稳定供货 4-12mm 热轧板材、0.6-4mm 冷轧板材。



图 1.高硅奥氏体不锈钢热轧板卷



图 2.高硅奥氏体不锈钢冷轧板材

主要指标(特点)：

冷轧板固溶态拉伸性能： $R_{p0.2}$:350~380MPa、 R_m :720~745MPa、 A :50~59.0%；
冷轧板固溶态耐腐蚀性能：93%和 98%浓硫酸 100°C下腐蚀速率均小于 0.1mm/a

。

153 超临界水氧化环境装置用耐蚀新材料

应用范围：

主要作为超临界水氧化环境处理城市废水、污泥装置的反应器、预热器材料，以及处理危废装备用材料。同时也可作为化工领域相关装备和其它超临界环境条件下运行装备关键部位用结构材料。

技术简介：

通过材料的优化设计，纯净化冶炼技术攻关，制造工艺的系统集成，成功开发出超临界水氧化环境下处理城市废水和污泥设备预热器、反应器用低成本新型耐蚀材料。材料具有优异的焊接性能，良好的冷热加工性能，可制造管材、板材和丝材等各种型材，该材料在 PO_4^{3-} 为主， Cl^- 和 SO_4^{2-} 共存的超临界氧化环境中具有优异的耐蚀性，制造成本比 Inconel625 合金低，在一些特定环境中可作为替代 625 合金材料使用。技术成熟度：成熟产品。可稳定实现不同规格型号的丝材、板材及管材的供货。



图 1. φ19mmU26 合金管材



图 2.U26 板材(8=5mm)



图 3.U26 合金丝材



图 4. φ32mmU26 管材



图 5. $\phi 60.3\text{mm}$ 管材(U26 合金)



6.460.3mm (U26 合金)

主要指标(特点):

耐蚀性指标: 在 PO_4^{3-} 为主, Cl^- 和 SO_4^{2-} 共存的超临界环境($400\sim 500^\circ\text{C}$)腐蚀速率小于 0.5mm/y 。力学性能指标: 室温拉伸, 抗拉强度大于 680MPa , 屈服强度大于 300MPa , 延伸率大于 50% ; 500°C 拉伸性能, 抗拉强度大于 550MPa , 屈服强度大于 200MPa , 延伸率大于 55% ; 700°C 拉伸性能, 抗拉强度大于 490MPa , 屈服强度大于 190MPa , 延伸率大于 65% 。

154 系列奥氏体抗氢脆合金及氢损伤评价技术

应用范围:

奥氏体抗氢合金具有优异的耐氢损伤能力,可在临氢环境使用,是航空航天、氢能、深海、石油化工和国防等领域的重要材料。基于高温高压气相充氢方法的材料氢损伤评价技术,可用于近工况条件的材料氢损伤评价。

技术简介:

主要开展抗氢脆合金设计与制备,以及临氢环境下合金的使役行为和安全评价技术研究,着重关注长期服役条件下材料的微观组织演化、性能表征和氢损伤评价。针对不同临氢环境要求,开展抗氢脆合金的优化设计,研制出 00MPa-700MPa 等不同强度级别的系列抗氢脆合金,形成了基于高温高压热充氢方法的材料氢损伤评价技术,建立了与抗氢脆合金及器件相关的制备、加工、检测与表征技术平台,所研制的系列抗氢脆合金、细径管、钢-铝复合件等已应用于国家重大工程,曾获国家科技进步二等奖三次,中科院科技进步一等奖三次、二等奖一次,已获相关专利 20 余项。



图 1 抗氢传感器



图 2 抗基钢细径管



图 3.抗氢钢/铝合金复合件

主要指标(特点):

研发的奥氏体抗氢合金冷热加工性能好,室温和高温力学性能优异,具有极强的耐氢损伤能力,具体指标如表 1.建立的材料氢损伤评价技术平台,可进行 RT-600°C、0.1~30MPa、高纯氧下不同时间的气相充氢,实现材料加速充氢和内氢含量控制,完成近工况条件长时服役过程中材料的氢损伤评价,为其安全评估提供技术支持。

155 强韧性与夹杂物平衡优化高强钢疲劳强度

应用范围：

本成果主要指基于高强钢强韧性与缺陷耦合作用下提升疲劳强度的理论与技术，可应用于航空航天、轨道交通等众多行业中，高强钢制备的关键钢构件疲劳性能优化。

技术简介：

提高金属材料疲劳强度是工程构件安全服役的重要保障。作为目前已知疲劳强度最高的金属结构材料，高强钢的拉伸强度早已突破 3GPa,但其拉-压疲劳强度长期未能突破 1GPa 的瓶颈。金属所在 GCr15 轴承钢疲劳开裂模型与性能优化方面取得新的突破：通过建立夹杂物-强韧性协同调控理论，并采用稀土改性技术，成功地将轴承钢的拉-拉疲劳强度提高到 1600MPa,拉-压疲劳强度提升至 1103MPa,较现有拉-拉、拉-压疲劳强度世界纪录分别提高 4%和 10%。

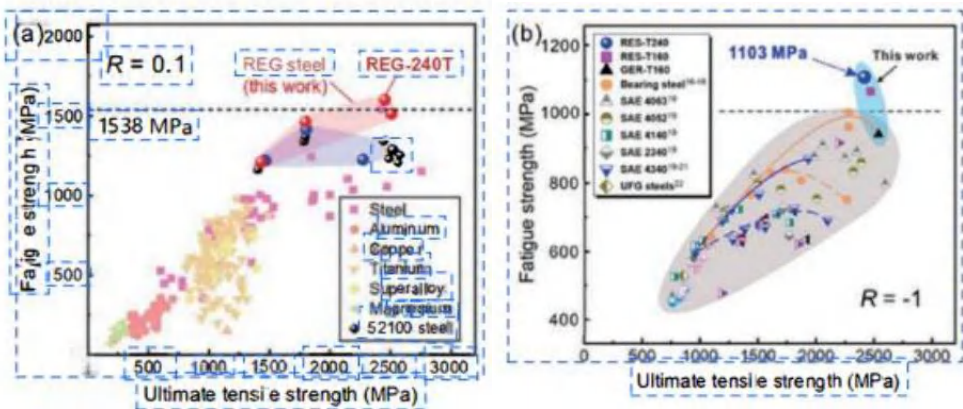


图 1.高强钢疲劳强度突破：(a)拉拉疲劳强度；(b)拉压疲劳强度

本成果主要在自组研发的疲劳性能预测软件与平台支撑下实现，包括疲劳强度预测理论、考虑夹杂物类型的疲劳寿命预测、疲劳开裂临界夹杂物尺寸判据等，以这些理论作为核心算法建立了疲劳性能预测软件平台。在这些技术支撑下，结合夹杂物调控技术，实现疲劳性能突破。

目前，本成果中涉及的关键理论与技术主要完成了实验室开发，并在部分企业中进行应用。软件平台在中车长客、富奥辽弹、东方风电等企业安装使用，且应用于优化商用汽车钢板弹簧、汽车扭力梁等构件，使其寿命分别提升 5 倍和 2.5 倍以上。

主要指标(特点)：

主要指标包括高强钢疲劳强度提升、构件疲劳延寿。可应用与不同高强钢及构件，具体优化指标因钢种不同存在差异。其中，GCr15 轴承钢的拉-拉疲劳强度提高到 1600MPa,拉-压疲劳强度提升至 1103 MPa,较现有拉-拉、拉-压疲劳强度世界纪录分别提高 4%和 10%。

156 特殊密封用丝带材

应用范围:

核电, 燃气轮机, 发动机

技术简介:

特殊密封用丝带材可在高温(1200°C)以及超低温($-153^{\circ}\text{C}\sim 273.15^{\circ}\text{C}$)等工况下实现优异的密封性能, 同时具有优异的耐腐蚀性能。可根据客户的需求, 针对设备的要求进行特殊密封图的设计和安装。

目前可以系统生产 PR2 密封, 高温密封, 气体密封, 各类动、静态密封, 泛塞封(弹簧蓄能圈), 旋转轴封等往复运动密封件, PDA 认证油封等。



图 1.用于低温条件下的泛赛封



图 2 直径为 0.1mm 以及厚度为 0.03mm 的丝带材制品

主要指标(特点):

- 1.拉伸强度: 1000-1800Mpa;
- 2.硬度: 大于 HV400,每 100mm 内取点 10 个, 最大偏差小于 $\pm 5\%$;
- 3.延伸率: 不小于 2%;
- 4.热处理能力: 时效处理后: 拉伸强度达到 2000-2400Mpa 延伸率大于 1%硬度达到 HV500-550;
- 5.表面光泽度: 钢带表面粗糙度应优于Ra0.1, 目测钢带表面光亮, 15 倍显微镜下钢带表面纹路一致, 反光均匀, 无斑点;
- 6.平整度: 10X10cm 或 5x5cm 尺寸的钢带置于平台之上, 最大不平整度不能大于 5 或 2.5mm。钢带边缘不能出现裙边现象。

157 耐微生物腐蚀管线钢

应用范围：

微生物腐蚀环境下的油气井和集输管线用钢。

技术简介：

耐微生物腐蚀管线钢是从材料自身角度降低管线发生微生物腐蚀倾向的新途径。金属所研制的耐微生物腐蚀管线钢在优于同级别商用钢的强度、冲击韧性、抗 H₂S 腐蚀等性能指标基础上能够显著降低管线在服役环境中发生微生物腐蚀的风险，是替代面临微生物腐蚀环境管线用钢的理想材料，目前已完成X60-X80级管线钢的中试开发。

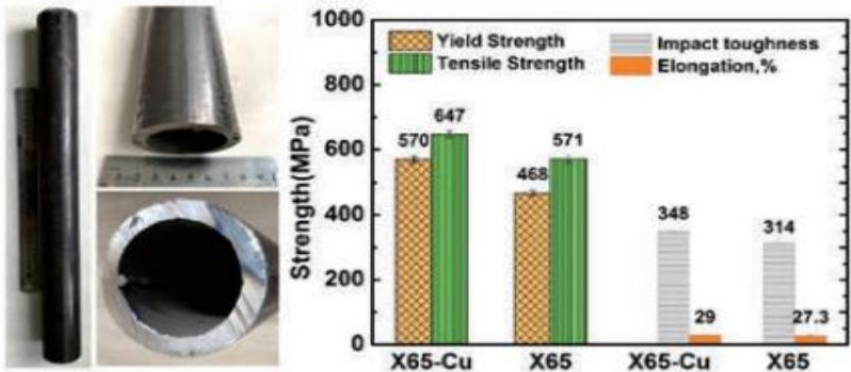


图 1.开发的X65 级耐微生物腐蚀管线管(左图) 和同级别商用管线钢的强韧性(右图)

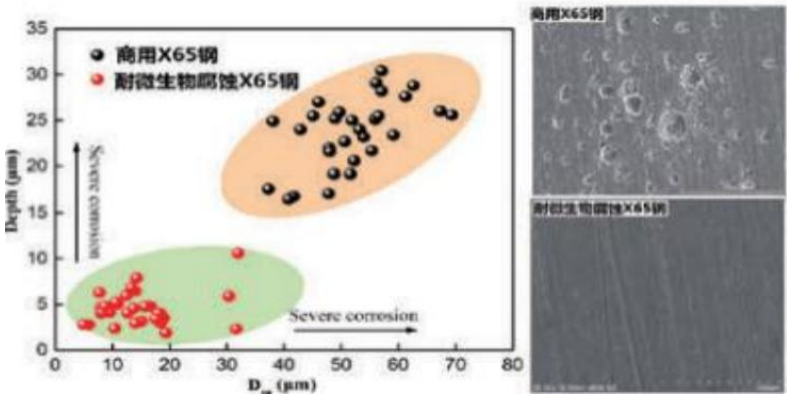


图 2.X65 级耐微生物腐蚀管线钢和同级别商用管线钢与硫酸盐还原菌共培养 28 天后的点蚀情况

主要指标(特点)：

抗拉强度、屈服强度优于同级别(X60-80)商用管线钢；冲击韧性与同级别(X60-80)商用管线朝相当；按照 NACE 标准检测的抗氢致开裂(HIC)和抗硫化物应力开裂(SSC)性能优于同级别(X60-80)商用管线钢；与同级别(X60-80)商用管线钢相比，点蚀坑腐蚀速率和点蚀坑密度均降低 5 倍以上。

158 高速钢针

应用范围：

广泛用于打印针、IC 芯片探针、燃油喷嘴加工电极、层积陶瓷封装冲头、喷墨打印机油墨喷嘴口用冲头等。

技术简介：

高速钢线材采用粉末冶金方法制备而成，具有组织均匀、晶粒细小、无偏析。相比普通高速钢具有更高的韧性和耐磨性等优点。经拉拔、淬火、矫直等工艺处理后得到直径为 0.2mm,硬度HRC67 的极细线材。

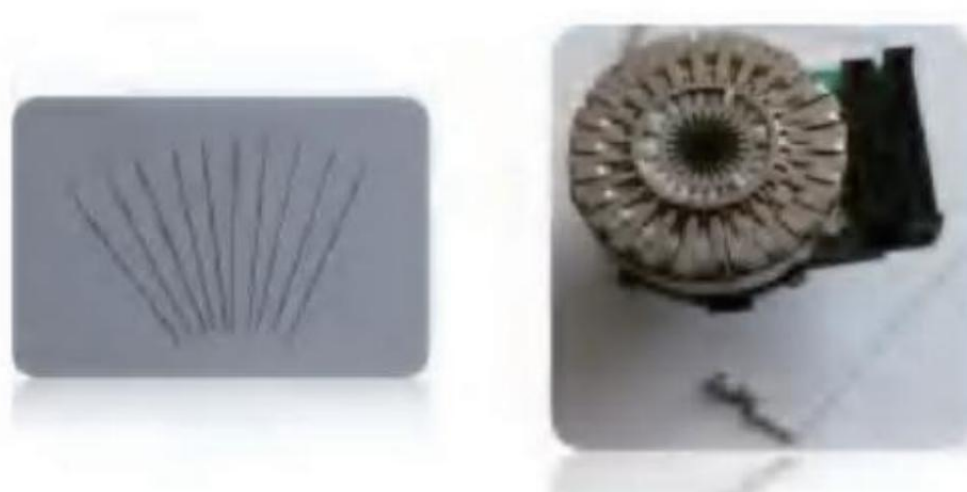


图 1.高速钢针及针式打印头

主要指标(特点)：

高速钢针的优良性能是通过碳化物弥散强化来实现。通过适当工艺最终在合金中生成大量的、多种碳化物，如 VC、WC、Mo₂C、MsC、M₇C₃ 等，这些弥散颗粒既可显著提高合金强度和硬度，又可保持合金的塑性和韧性。主要技术指标如表 1 所示。

159 系列特殊钢

应用范围：

- 1.中温抗氢钢，适用于石油化工行业的加氢、重整反应器；
- 2.超低温铸造马氏体时效不锈钢，适用于液氢液氧发动机等深冷环境；
- 3.节镍型 7Ni低温钢，适用于 LNG 工程等低温环境；
- 4.超纯铁素体不锈钢，适用于电梯、汽车、家电和建筑等行业。
- 5.耐蚀软磁不锈钢，适用于高耐蚀、高磁导率、低矫顽力的电磁元器件，如电磁阀等。

技术简介：

金属所研发了几种特殊环境使用的新钢种：

- 1.中温抗氢钢 14Cr1Mo₃，抗氢蚀、抗回火脆性以及综合力学性能优良，适用于石油化工的中温临氢环境。该技术在武钢研究院进行了中试放大。
- 2.CrNiCoMo 系超低温铸造马氏体时效不锈钢，深冷环境下综合性能优良，可替代钛合金和镍基合金锻件用于航天发动机，降低制造成本。该技术处于实验室开发阶段。
- 3.揭示了微合金化对超纯铁素体不锈钢铸造、焊接、轧制组织的影响规律及机理，提出了细化铸态组织并提高等轴晶比例，进而改善性能的微合金化方案。该项研究为基础理论研究。
- 4.节镍型 7Ni低温钢，常温与低温下综合性能优良，可替代9Ni钢用于 LNG工程等低温环境，节约成本；该技术处于实验室开发阶段。
- 5.高表面质量含铌铁素体不锈钢 B443Nb,可抛光成 8K 镜面，替代 304 不锈钢，用于高端电梯制造。该技术已有成熟产品，并在三菱电梯获得应用。
- 6.耐蚀 20Cr 软磁铁素体不锈钢，具有高的磁导率、磁化强度和低的矫顽力以及优良的耐蚀性能，可用于汽车燃料喷射器、燃油泵和防抱死制动系统，调节腐蚀性化学品流量的阀门等。该技术已有成熟产品，可小批量供货。

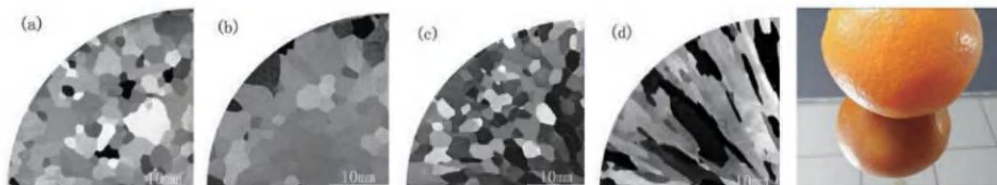


图 1.微合金化对铁素体不锈钢铸态组织的影响(a)Nb、Ti 复合添加，(b)单 Ti 添加，(c)单 Nb 添加，(d)无 Nb、Ti 添加

主要指标(特点)：

1.14Cr1Mo 钢: 室温 $R_{p0.2} \geq 600\text{MPa}$, $R_m \geq 700\text{MPa}$, A_2 , $\% \geq 20\%$, 横向 $A_w \geq 200\text{J}$, 500°C , $R_{p0.2} \geq 400\text{MPa}$;

2.CrNiCoMo 系铸造马氏体时效不锈钢: 室温 $R_{p0.2} \geq 800\text{MPa}$, $R_m \geq 1100\text{MPa}$; 液氮温度 $R_m \geq 1400\text{MPa}$, $A\% \geq 8\%$, $A_{ku2} \geq 30\text{J}$; 液氢温度 $A\% \geq 5\%$, $A_{ku2} \geq 20\text{J}$;

3.7Ni 低温钢: 室温 $R_{p0.2} \geq 590\text{MPa}$, $R_m \geq 700\text{MPa}$, $A\% \geq 20\%$; 液氮温度 $A_{kv} \geq 90\text{J}$;

4.铁素体不锈钢 B443Nb: 可实现 8K 镜面抛光, 折弯粗糙度低于 $2\text{ }\mu\text{m}$, 点蚀电位高于 350mV , 0.12mm 板材力学性能 $R_{p0.2} \geq 300\text{MPa}$, $R_m \geq 420\text{MPa}$, $A\% \geq 30\%$ 。

5.耐蚀 20Cr 软磁铁素体不锈钢: 2000A/m 下磁感应强度 $B_m \geq 1\text{T}$, 磁导率 $\mu_m \geq 4000$, 矫顽力 $H_c \leq 60\text{A/m}$, 电阻率 $\rho \geq 95\text{ }\mu\text{Qcm}$, 点蚀电位 $E'_{bl00} \geq 750\text{mV}$ 。



图 3.耐蚀 20Cr软磁铁素体不锈钢棒材产品

160 聚变堆用超低温高强韧奥氏体不锈钢焊材

应用范围：

聚变堆超导线圈铠甲结构和厚大线圈盒结构

技术简介：

金属所开发的聚变堆超导磁体用低温高强韧奥氏体不锈钢焊材，针对聚变堆大型超导线圈铠甲、厚大线圈盒结构在极端电磁-力学复合载荷下的服役需求，突破传统单相奥氏体焊材低温韧性不足的技术瓶颈。通过成分设计与工艺优化，实现焊接接头在液氮温区(4K)下强韧性协同提升，性能稳定性通过全尺寸构件焊接验证，成功应用于聚变堆线圈铠甲及 BEST 线图盒制造，解决了高负荷超导磁体结构焊接可靠性难题，支撑聚变装置工程化建设。

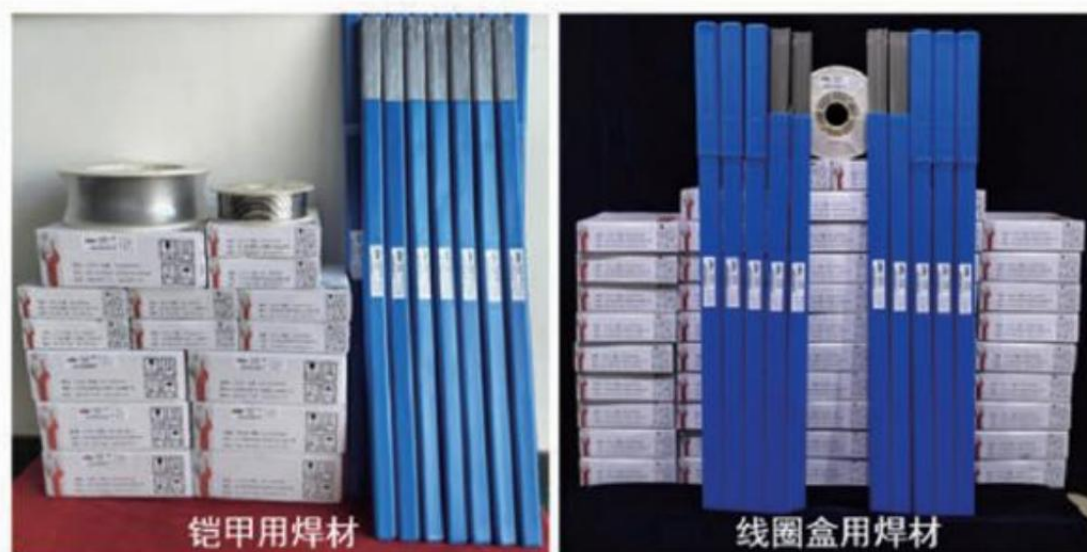


图 1 聚变堆用超低温高强韧奥氏体不锈钢焊材

主要指标(特点)：

- 1.线圈铠甲用 ER350K 焊材焊接接头(4.2K):屈服强度 $\geq 1300\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 1600\text{MPa}$,断裂韧性 $\geq 130\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$;
- 2.线圈盒用 ER350D 焊材焊接接头(4.2K):屈服强度 $\geq 1250\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 1600\text{MPa}$,断裂韧性 $\geq 150\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 。

161 钠冷快堆用 ER316H(KD)奥氏体不锈钢焊材

应用范围：

钠冷快堆堆容器、堆内构件、堆芯支承、核安全二、三级高温钠管道、独立热交换器、钠-空气热交换器等部件。

技术简介：

金属所开发的钠冷快堆专用ER316H(KD)奥氏体不锈钢焊材，针对四代核电钠冷快堆多组件焊接结构在高温、高腐蚀、高辐照极端服役环境下的可靠性需求，攻克大厚度结构焊接低裂纹敏感性、高温强度与耐腐蚀协同优化等关键技术。该焊材通过成分-工艺协同设计，确保焊缝在长期高温服役中组织稳定性与力学性能匹配，已成功应用于我国首座钠冷示范快堆堆容器、堆内支承等核心部件焊接制造，为四代核电工程关键结构安全提供技术保障。

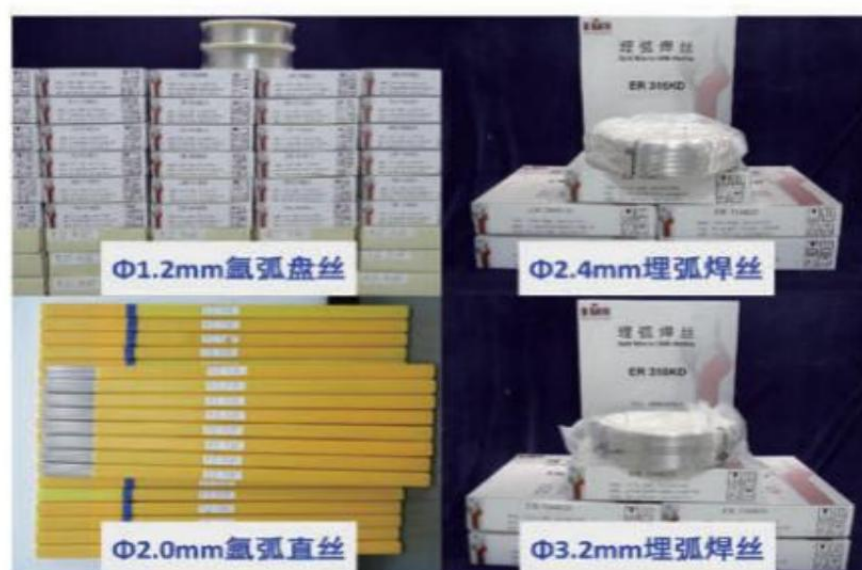


图 1.钠冷快堆用 ER316H(KD)奥氏体不锈钢焊

材主要指标(特点)：

- 1.熔敷金属(室温): $R_{p0.2} \geq 210\text{MPa}$, $R_m \geq 520\text{MPa}$, $A \geq 30\%$, $KV_2 \geq 90\text{J}$;
- 2.熔敷金属(高温): 550°C : $R_{p0.2} \geq 116\text{MPa}$, $R_m \geq 396\text{MPa}$;
- 3.加速时效态($750^\circ\text{C} \times 100\text{h}$), $KV_2 \geq 25\text{J}$;
4. $650^\circ\text{C} \times 117\text{MPa}$ 下, 持久断裂时间 $\geq 3000\text{h}$;
- 5.铁素体数: 3-8FN;
- 6.焊态及敏化态($650^\circ\text{C} \times 2\text{h}$)晶间腐蚀后无晶间腐蚀裂纹或开裂倾向。

162 低成本高塑性镁合金

应用范围：

应用于室温冲压制造各种电子产品外壳及其它采用板料成形的产品。

技术简介：

采用具有自主知识产权的新型高延展性镁合金生产热轧板和冷轧板，其合金技术还可推广到型材生产。

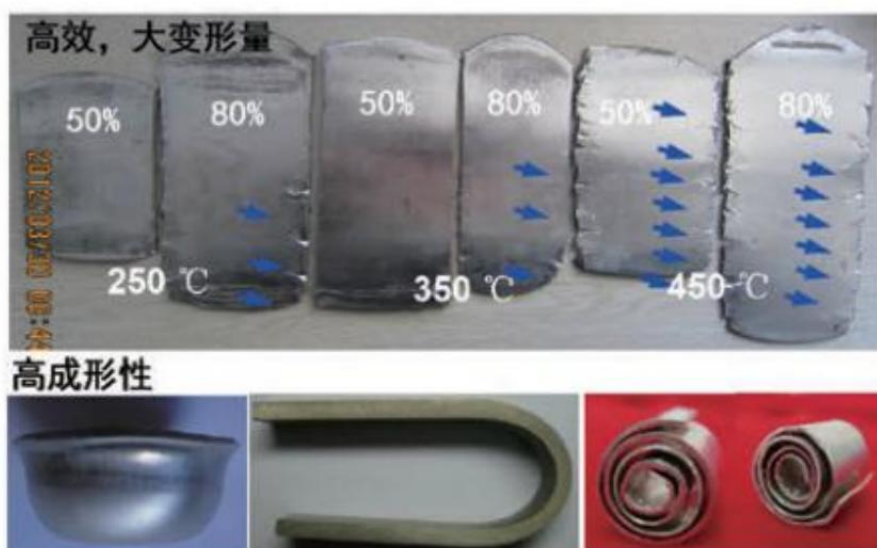


图 1. 自主研发的低成本高成形性镁合金

主要指标(特点)：

该合金系具有良好的轧制性能，热轧制单道次压下量可以达到 50~60%,而冷轧压下量可以达到 30%,大幅度提高镁合金板材的生产效率和成材率，降低镁合金板材的生产成本。板材在室温具有很好的成形性能，杯突实验测试的 IE 值达到典型铝合金板材的水平，可以在室温下冲压和拉深成形产品，有效提高板料成形的生产效率和成品率，降低生产成本。与现有商用A731板材相比，该板材的成品率高，质稳定、成本低廉，成本为现有同类产品两 1/3左右，产品常温下的冲压或折弯性能比现有市场产品提需 2~4 倍。

163 耐硝酸腐蚀超低碳高Si 奥氏体不锈钢焊材

应用范围：

核电、石油化工等领域中耐硝酸腐蚀结构用焊材

技术简介：

金属所开发的耐高温浓硝酸腐蚀超低碳高硅奥氏体不锈钢焊材(直径1.2/2.0mm),采用TIG焊接工艺,通过添加4.0-5.0wt.9%Si 元素提升焊缝耐蚀性,并引入 N 元素精准调控 δ 铁素体含量以抑制焊接热裂纹。该焊材熔敷金属在100°C浓硝酸环境中经 30 天全浸泡腐蚀试验显示稳定腐蚀速率(约 0.05mm/a),力学性能批次稳定性优异,已完成吨级工程化制备,为高温硝酸环境装备焊接修复提供高性能材料解决方案。

技术成熟度：工程示范

应用案例：已提供工程化批量制备的焊材给中国核电工程有限公司,用于乏燃料后处理用转轮的焊接。



图 1.工程化批量(吨级)制备的焊材(a)2.0mm(b) ϕ 1.2mm

主要指标(特点)：

焊缝金属室温力学性能：屈服强度 $R_{p0.2} \geq 210\text{MPa}$,抗拉强度 $R_m \geq 530\text{MPa}$,伸长率 $A \geq 30\%$;耐蚀性能：在 95°C,6M 的硝酸溶液中浸泡至腐蚀速率平稳后的腐蚀速率 $\leq 0.3\text{mm/a}$ 。

164 先进镁合金熔铸工艺及大型镁合金铸件

应用范围:

该熔铸工艺可用于生产各类镁合金铸件,具有优良内部冶金质量、高尺寸精度和稳定、优异的综合力学性能。产品用于交通运输、航空航天等领域,替代其它金属结构件,可以起到明显节能减排、减重增效的作用。

技术简介:

研制了液态介质净化工艺和装置,利用液态熔剂最大限度捕获镁合金熔体液滴内的非金属夹杂物,实现熔体的高度净化。基于凝固行为特点优化了镁合金的化学成分设计,发展了铸件致密化铸造工艺,有效消除铸件中的疏松,显著提升铸件的性能均一性、稳定性和成品率。设计开发了镁合金树脂砂型铸造,熔模精密铸造工艺、反重力铸造工艺、热处理工艺、机械加工工艺、焊补工艺、表面微弧氧化处理以及尺寸精确检测和内部质量无损检测等成套工艺和方法,研制了新一代运载火箭用大型镁合金砂型铸造件(三维外围轮廓尺寸为 $870\times 490\times 480\text{mm}$,铸件最薄处为 4mm)及航空动力和传统系统机匣铸件。具备小批量生产航天航空用高端镁合金铸件的研制和生产能力。



图 1.高强耐热镁合金飞行器舱体



图 2.镁合金惯组支架

主要指标(特点):

新型铸造高强耐热镁稀土合金室温抗拉强度超过 330MPa , 250°C 下仍可达到 280MPa 。采用本先进镁合金熔铸工艺,可最大程度消除镁合金铸件中的夹杂与疏松等主要铸造缺陷,保证其内部冶金质量满足航标HB7780-2005 中I类铸件要求,铸件力学性能均一性和稳定性显著提升。该类铸件可作为大型承力结构件,替代部分铝合金铸件,达到减重目的。

165 高性能镁合金变形材及其织构调控技术

应用范围：

新型高塑性镁合金轧制板、挤压型材可用于汽车轨道交通领域、电子 3C 产品外壳、散热器、音响振膜、碱性锅等民用领域。高强韧耐热镁合金锻压件及板型材可用于航空航天领域。

技术简介：

由于镁合金热加工塑性差，成材率低、成本高，且常规对称变形加工后易形成基面织构，二次成形性能差，限制了板型材规模化应用。通过稀土微合金化发展了具有弱/非基面织构的新型室温高塑性镁合金材料，热/冷轧制、挤压、锻造等成形性能优异，成材率和生产效率显著提升。同时利用拉伸孪生启动和组织调控特点，开发了高速锻造工艺，可获得高性能锻件。相关技术申请多项专利，注册 SuperDuc 商标，入选 973 重大科技成果。

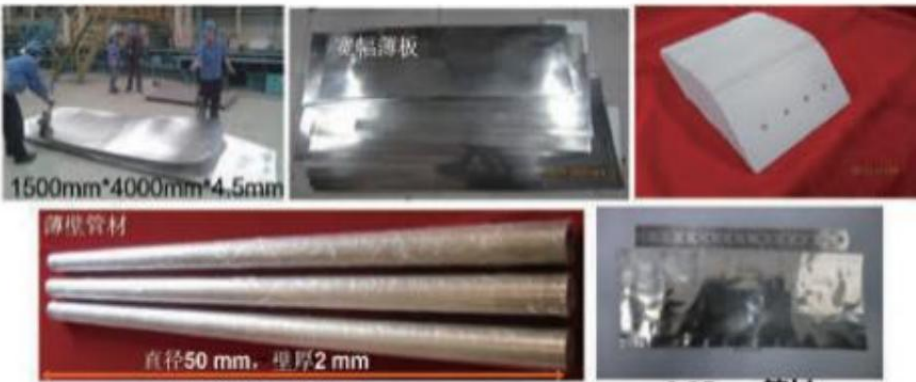


图 1.高塑性镁合金板型材样件

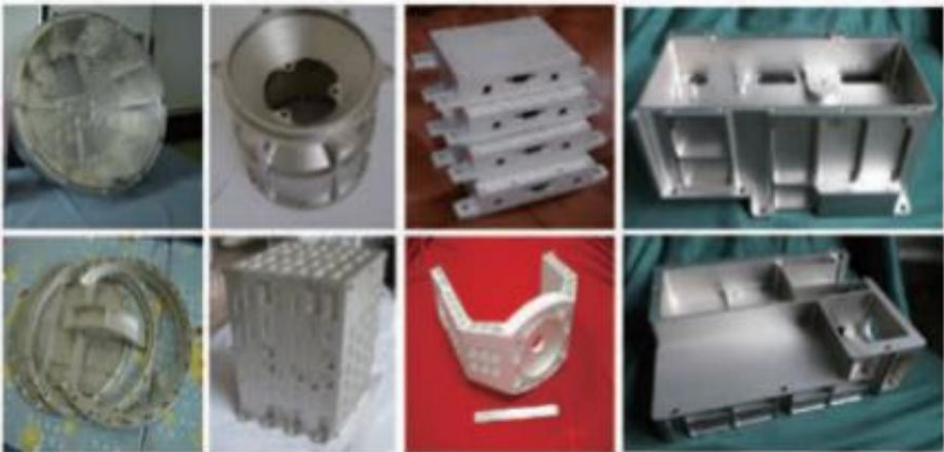


图 2.高强度耐热镁合金变形材应用

主要指标(特点):

高塑性镁合金材料热加工性能优异,单道次热轧压下量可达到 50%无边裂,可不退火连续轧制累积变形量 80%以上,挤压速度可达到60m/min;热轧板型材呈非基面织构,室温伸长率达到 35%。

高强度耐热镁合金板型材锻件屈服强度可达到 350MPa,抗拉强度 400MPa,伸长率 8%以上,使用温度可到 250°C。

166 镁合金低压脉冲磁场半连续细晶铸造技术

应用范围:

半连续铸造是目前生产镁合金锭坯的常用方法,但是镁合金的常规半连续铸造凝固组织粗大,后续加工困难。金属所开发出低压脉冲磁场半连续细晶铸造技术,是用于制备变形镁合金铸锭的一种非常有推广价值的新方法。

技术简介:

该技术可用于生产直径 100~300 μm 的优质细晶变形镁合金半连续铸锭,提高镁合金铸锭的成材率和后续变形加工性能。技术成熟度:成熟产品。已在银光钰源、山西银光等镁合金企业应用于AZ80、AZ31、ZAT-641M等变形镁合金和高稀土难铸造镁合金的半连续铸锭生产中:在南通泰德、华兴铜业等高纯铝和铜企业应用于细化高纯铝、纯铜和铜合金的晶粒尺寸。



图 1.低压脉冲磁场半连续铸造机

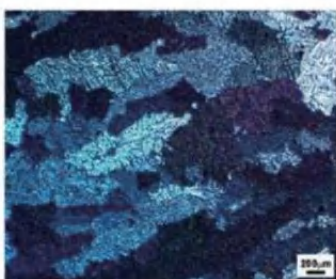


图 2.常规 DC 铸造微观组织



图 3.PM-DC 铸造微观组织

主要指标(特点):

将外场(低压脉冲磁场)引入到镁合金半连续铸造工艺中,能够显著细化半连续镁合金铸锭晶粒,铸造组织均匀,铸锭晶粒细化到约 100 μm ,有良好的后续加工性能,并且表面质量提高,避免了开裂现象。

167 弱织构镁合金板材及镁合金板温热冲压和冲锻成形技术

应用范围：

不改变镁合金板形状尺寸的情况下引入大的剪切变形，弱化其基面织构，可成形镁合金复杂形状零件，实现镁合金板材的体积成形。

技术简介：

镁合金作为最具前途的轻量化材料，其较差的室温成形性能成为应用瓶颈之一。镁合金板材零部件成形过程中，极易出现圆角破裂，而且板材成形零件品种单一。其本质原因是镁合金板材强的基面织构导致成形性差。金属所提出了镁合金板材的等通道压剪技术，可以明显弱化普通铸轧板材的基面织构，提高其成形性能。另外，通过系统研究发现，镁合金板材在温热条件下具有优异的成形性能，极限拉深比为 2.6, 优于同等条件下的铝合金。结合实际应用，采用该技术，自主设计开发了镁合金温热成形和冲锻成形技术。温热成形技术用于生产形状较简单的零件，利用温液背压抑制壁厚减薄，可以获得复杂形状零件。



图 1. 采用自主技术和设备生产的手机和笔记本后壳等镁合金电子产品

主要指标(特点)：

加热控制温度 $170^{\circ}\text{C}\sim 230^{\circ}\text{C}$, 背压力 5MPa。开发的镁合金板材冲锻成形技术，可实现板材的体积成形，采用该技术成功制备了形状复杂的笔记本外壳，尺寸精度高，表面质量好，已在工厂实现量产。

168 一种低成本环保耐蚀的镁合金转化膜处理技术

应用范围：

汽车、电子产品、航空航天等。

技术简介：

该技术是一种绿色环保的镁合金表面处理方法，溶液成本低，容易维护，操作简单，涂层耐蚀性优良，并与有机涂层结合力好，已获得中国发明专利和美国发明专利。美国三大汽车公司在世界范围挑选 11 种可用于镁质车体前端结构的防护底层(包括国际著名公司汉高，安美特，AHC,金属所等),耐蚀性在美国第三方盲评。该技术制备的涂层耐蚀性位于世界领先水平。技术成熟度：成熟产品。已用于中国一汽镁质发动机罩盖及日立镁合金电机壳的表面防护。



图 1.转化膜处理后的镁质汽车用部件

主要指标(特点)：

膜层均匀致密，厚度约 3 ± 2 微米，可以抵抗48 小时中性盐雾测试，通常作为预处理层，与漆膜结合力好，划格法结合力0 级，涂漆划叉样品可以抵抗 1000 小时中性盐雾测试。

169 一种低成本高耐蚀的镁合金微弧氧化处理技术

应用范围：

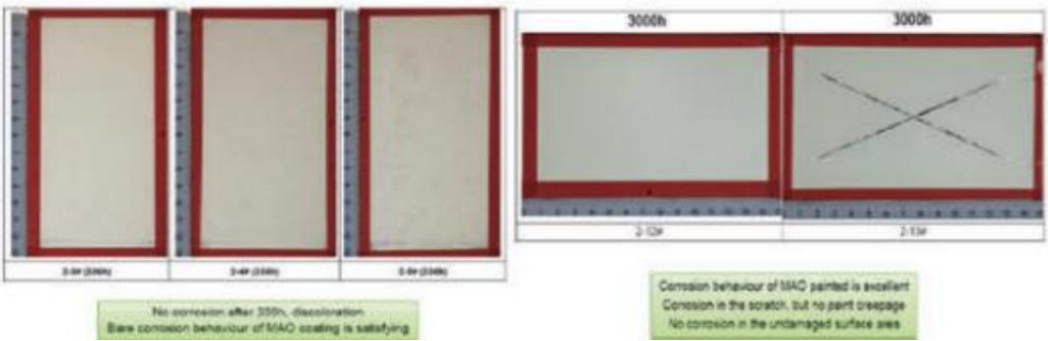
汽车、电子产品、航空航天等。

技术简介：

发展了两种镁合金微弧氧化技术。

一是长寿命低成本型：溶液均镀性好，边角盲孔等位置都可以获得均匀致密的膜层，且溶液使用寿命长，可以达到 10 年以上，只需要定期调整pH 值即可使用，而且该技术使用小电流氧化，能耗低，无需大功率微弧氧化电源就可以对大型的镁合金部件进行氧化处理；

二是高耐蚀型：膜中的微孔在成膜过程被原位封闭，膜层更加致密，化学稳定性更高，耐蚀性比传统微弧氧化膜提高 2-3 倍。欧洲空客公司对这种微弧氧化膜的耐蚀性进行了评价：336 小时中性盐雾没有任何腐蚀，微弧氧化膜表面涂漆并划叉后中性盐雾试验 3000h 未腐蚀。技术成熟度：成熟产品。已在空间站、长征五号/七号大型运载火箭等航天器用镁合金部件上应用。



a.微弧氧化膜盐雾 336h b.涂漆的微弧氧化膜盐雾 3000h

图 1.欧洲空客对高耐蚀型镁合金微弧氧化膜进行中性盐雾测试的结果



2.微弧氧化处理后的镁合金部件

主要指标(特点)：

膜层为白色，均匀致密，厚度约 20 ± 5 微米，可以单独使用，也可以作为预处理层，与有机涂层配合使用，与漆膜结合力好，划格法结合力0级。长寿命低成本型微弧氧化膜显微硬度大约 350HV,可以抵抗 300 小时以上中性盐雾测试，涂漆划叉样品可以抵抗 2000 小时中性盐雾测试；高耐蚀型微弧氧化膜显微硬度大约 750HV,可以抵抗600 小时以上中性盐雾测试，涂漆划叉样品可以抵抗 3000 小时以上中性盐雾测试。

170 一种导电性好结合力优异的镁合金化学镀镍技术

应用范围：

航空航天、国防等领域

技术简介：

化学镀 Ni-P 是一种金属镀层，具有良好的导电性和电磁屏蔽性，但存在的问题是镀层的结合力差，容易出现起泡、镀层脱落等问题，在实际应用中存在极大的安全隐患。针对这一问题，发展了新型的前处理及化学镀技术，解决了镀层结合力差的难题。通过客户对镀层综合性能测试表明，满足地面存放时的腐蚀防护性，装配时低的搭接电阻及电磁屏蔽性，同时适用太空各种复杂使用环境。技术成熟度：成熟产品。已在天宫、天绘、高分、嫦娥系列、空间站、火星探测器等几十个型号航天器镁合金部件上应用。

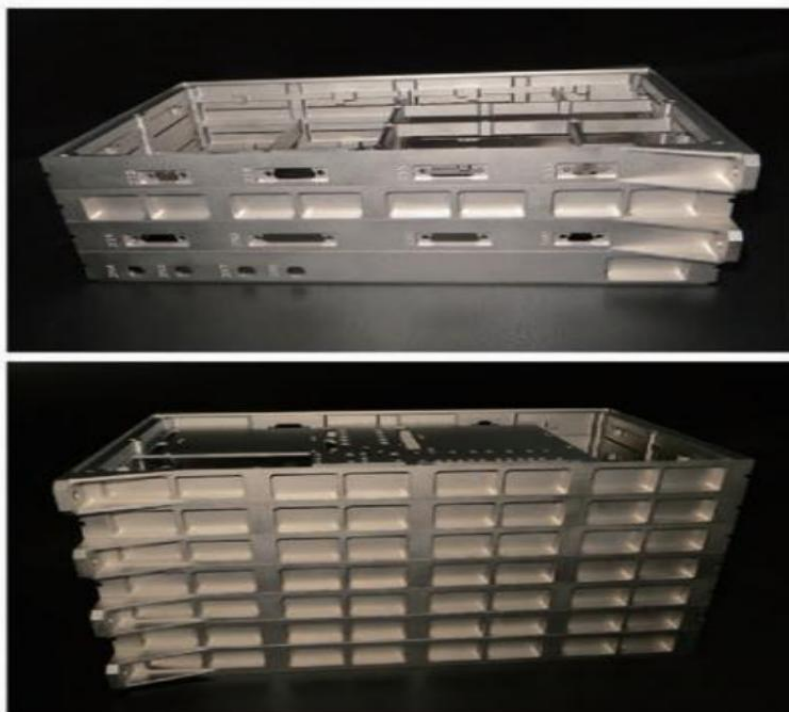


图 1.化学镀Ni-P 的镁合金部件

主要指标(特点)：

银白色金属镀层，厚度 $20 \pm 5 \mu\text{m}$ ，与镁基体结合力好，划格法0级，镀层表面均匀，无起泡、结瘤等现象，导电性优异，电阻低于 2 毫欧。

171 可降解镁合金丝材的制备与应用

应用范围：

镁合金丝材可在生理环境中腐蚀降解，并具有金属材料特有的综合力学性能以及良好的生物相容性，可完全避免二次手术取出给患者带来的医疗风险及长久驻留体内引发的并发症，在医学领域中具有潜在的应用如作为吻合钉、支架、缝合线、连接丝、神经导丝、美容线、皮钉和填充线等，除此之外，镁合金丝材可作用焊丝。



图 1. 镁合金丝材及其应用

技术简介：

本团队开发的高性能镁合金丝材制备技术，通过合金纯度控制、大塑性变形及双向拉拔工艺优化，结合脉冲电流处理调控微观组织，实现抗拉强度 $>400\text{MPa}$ 、屈服强度 $>300\text{MPa}$ 的稳定批量化生产。该丝材经体内外性能评价验证具备良好生物安全性及有效性，技术成熟度达临床要求，已获 4 项发明专利授权，其中核心专利“生物医用镁合金丝材制备方法”(PCT-CN2020094573)在欧亚 8 国及英国、日本完成国际专利布局，目前进入中试放大阶段，为骨科植入器械提供高性能材料解决方案。

主要指标(特点)：

中等强度镁合金丝材：抗拉强度 $\geq 240\text{Mpa}$, 屈服强度 $\geq 180\text{Mpa}$, 断后延伸率 $\geq 8\%$, 丝材在体内无全身毒性，无明显的局部组织反应，降解周期 ≥ 30 天；

高强高塑合金丝材：抗拉强度 $\geq 300\text{Mpa}$, 屈服强度 $\geq 240\text{Mpa}$, 断后延伸率 $\geq 15\%$, 丝材在体内无全身毒性，无明显的局部组织反应，降解周期 ≥ 30 天。

172 600MPa 级 7xxx 系超高强铝合金丝材

应用范围：

航空航天、交通、特种装备等领域超高强铝合金焊接及零部件的电弧增材制造与修复。

技术简介：

金属所开发的 7xxx 系超高强铝合金回焊接及电弧增材制造技术，针对该类合金焊接裂纹敏感、电弧增材强度不足的行业难题，创新采用 Sc/Zr 微合金化协同晶粒细化策略，抑制粗大脆性相析出，实现 20mm 厚板大热输入焊接无裂纹(焊缝气孔率 $\leq 1.5\%$)、等强匹配(接头系数 ≥ 0.95)；同步开发 600MPa 级铝合金丝材制备技术，电弧增材件抗拉强度突破 610MPa,较传统工艺提升 30%以上。该技术已完成工程化验证，制备的丝材及焊接工艺在航天科工集团等单位实现示范应用，支撑新一代装备轻量化制造需求。

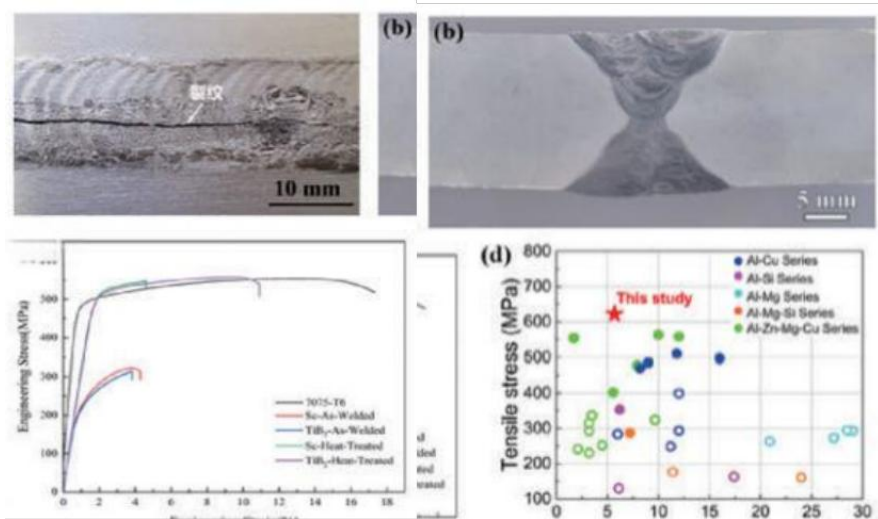


图 1. (a)7075 铝合金典型熔焊表面形貌， (b)20mm 厚 7075 熔焊横截面形貌，
(c)7075 熔焊接头力学性能， (d)电弧增材铝合金性能汇总

主要指标(特点)：

- 1.电弧增材制造样品抗拉强度大于 600MPa,疲劳强度达到 140MPa;
- 2.7075 铝合金电弧熔化焊接头系数达到95%以上；
- 3.7xxx 系铝合金熔化焊焊缝无损检测达到 I 级标准；
- 4.可实现 20mm 以上 7xx×系铝合金电弧熔化焊。

173 高强抗应力腐蚀 5 系铝合金

应用范围：

5 系铝合金部件广泛应用于航空航天、船舶与海洋工程以及汽车制造等领域。

技术简介：

金属所开发的纳米结构 5 系铝合金制备技术，通过塑性变形技术引入高密度低能小角度晶界结构，在显著提升材料强度的同时有效抑制敏化过程中晶界第二相析出，从而降低合金应力腐蚀敏感性。该技术突破了传统 5 系铝合金强度与耐腐蚀性难以协同提升的瓶颈，目前处于实验室研发阶段，为高性能铝合金开发提供了新方向。

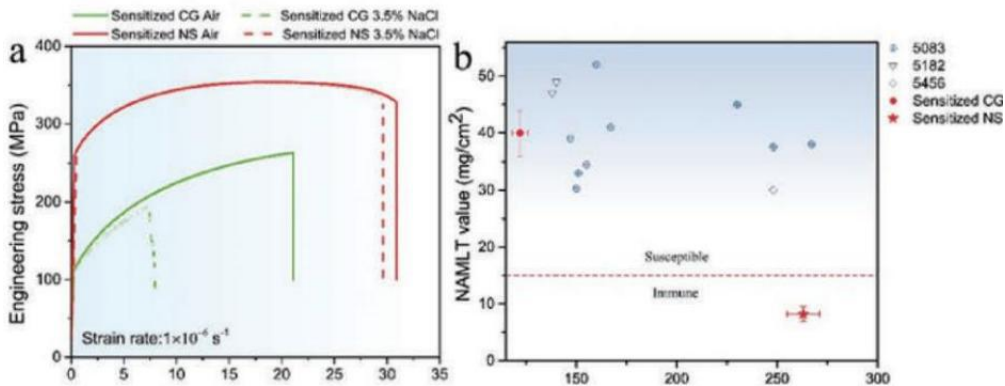


图 1.敏化态 5 系铝合金强度与应力腐蚀及晶间腐蚀关系图

主要指标(特点)：

150°C/100h 敏化处理后，室温屈服强度 $\geq 260\text{MPa}$,抗拉强度 $\geq 350\text{MPa}$,延伸率 $\geq 15\%$;晶间腐蚀敏感性 $\leq 15\text{mg}/\text{cm}^2$;应力腐蚀敏感性 $\leq 10\%$ 。

174 细长晶高导电率铝线

应用范围：

用于长距离架空输电线路用高强度高导电率金属铝及铝合金线制备。

技术简介：

铝及铝合金导线是国家电网长距离架空输电线路广泛应用的导体材料。强度和导电率是评价其性能优劣的重要指标，分别对应铝导线的安全可靠性和节能特性。高强度高导电率铝及铝合金导线是国家电网长距离输电线路的重大需求。通过对传统纯铝线的强度和导电率关系的研究，发现晶粒长度是影响强度-导电率关系的主导因素，为此开发出了细长晶高导铝线制备技术。采用细长晶高导铝线制备技术，通过优化铝杆拉丝工艺，控制组织结构。技术成熟度：工程示范。在合作企业浙江万马的生产线上制备出了高导电率纯铝线，与传统纯铝线相比，新型纯铝线的导电率达到了63.0%IACS,强度满足国家标准要求。

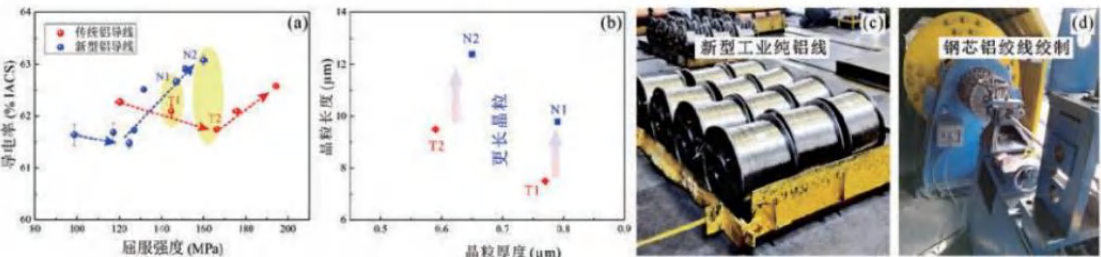


图 1. (a)传统纯铝线与新型纯铝线性能对比；(b)晶粒长度统计结果，新型纯铝线具有更长的晶粒；
(c)实际生产线制备的新型纯铝线；(d)新型纯铝线绞制

主要指标(特点)：

- 1.较传统拉丝技术制备的工业纯铝线，导电率提升 0.5~1.0%IACS;
- 2.该技术还适用于高强度高导电率铜线等导体材料制备。

175 高强高导高均质铝合金制备技术

应用范围：

新能源汽车、电子通讯、电力输送、集成电路、高端装备等领域。

技术简介：

金属所研发的高强高导铝合金制备技术，通过精准调控合金元素固溶度与第二相析出行为，突破铝合金强度与导电/导热性能的相互制约关系。基于微量元素协同作用机制(降低溶质原子固溶度、细化析出相分布),实现材料力学性能与导电/导热性能的协同提升，并形成高均质化制备技术。该技术已实现工程化应用示范，成功开发出兼具高强高导特性的成熟铝合金产品，适用于电力传输、电子器件等对综合性能要求严苛的领域。

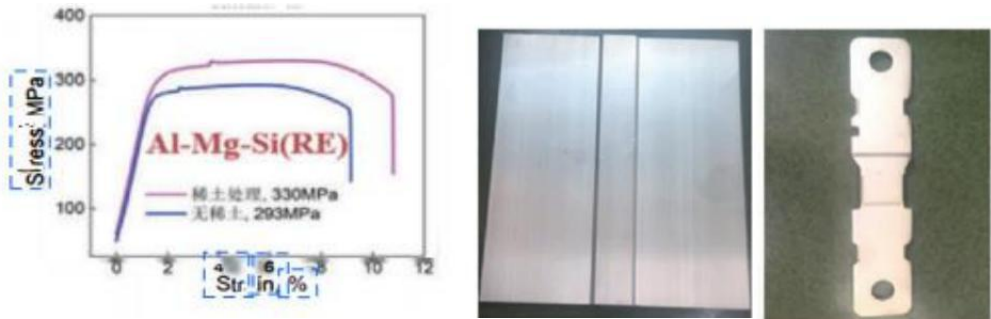


图 1.新能源汽车用电池熔断器

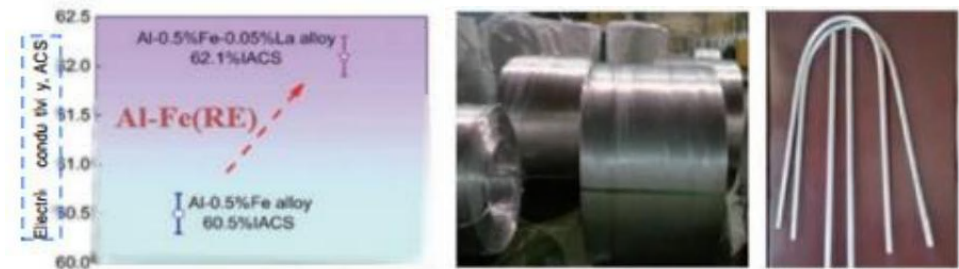


图 2 导电铝杆(线)



图 3.新能源汽车用母线导体



图 4.压铸小微型电子通讯设备壳体

主要指标(特点):

铝及铝合金中稀土元素的添加量通常控制在0.1wt%以下，第二相的尺寸小于 1 微米，优化添加微量元素可协同提升材料力学性能、导电/热率、耐腐蚀等性能。

176 铝及铝合金用中间合金制备技术

应用范围：

Al-Ti-B、Al-Ti-C 等中间合金主要用作晶粒细化剂，Al-B 主要用作硼化处理，使铝合金在制备过程中获得细晶强化、熔体净化，进而提升铝合金材料性能。

技术简介：

金属所开发的铝基中间合金制备技术，通过精准调控Al-Ti-B、Al-Ti-C 等中间合金的物相组成、第二相形貌及基体分散度，有效解决传统晶粒细化剂作用效果不稳定、过渡族元素影响导电/热性能等问题。该技术优化了TiBz、TiC 等第二相颗粒的均匀分布，显著提升晶粒细化效率与熔体净化能力，已与企业合作建立试生产线，完成AL-Ti-B、Al-Ti-C 系列产品的工程化验证，形成兼具高细化效果与低导电损耗的成熟中间合金产品，成功应用于铝合金工业生产。

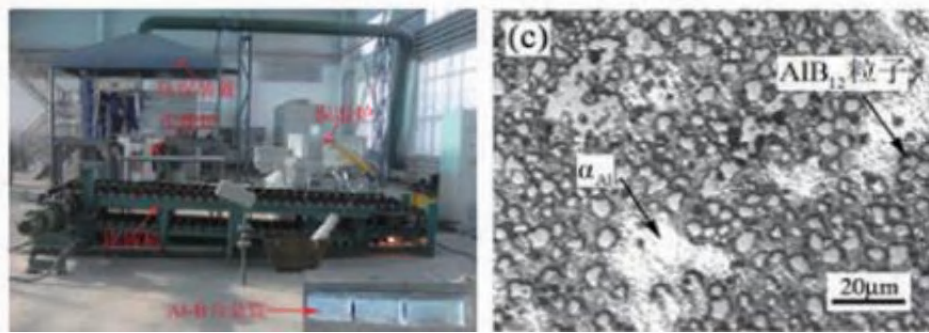


图 1.AL-B 中间合金生产装置，制备的A-B 中间合金中第二相颗粒弥散分布、B 含量可达 12wt%

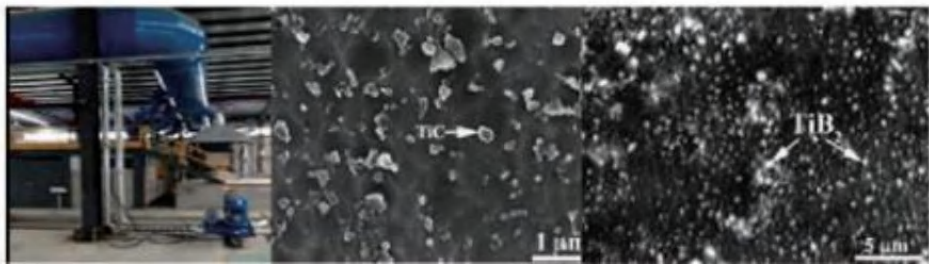


图 2ALT:B/C 中间合金试生产线，研制的 A-TEB/C 对铝及铝合金晶粒的细化效果优于同类产品**主要指标(特点)：**

研制的Al-Ti-B、Al-Ti-C 等中间合金中 TiC 和 TiB₂ 颗粒弥散分布，在细化铝合金晶粒方面效果显著;研制的Al-B 中间合金中第二相颗粒分布均匀、杂质含量少，尤其 B 含量可达 12wt%,解决了高 B 含量Al-B 中间合金的制备技术难题。

177 高强高模铝基复合材料

应用范围:

主要面向航空、航天、海洋等轻量化需求迫切的领域，用于填补铝、钛等轻质金属的空白。包括卫星、深空探测、高速飞行器、飞机机身、发动机、水下装备壳体、舰船结构件等承载结构件。

技术简介:

水下装备壳体等十余个国家重大工程型号批量供货，零件数量累计万余件。产品形式包括轧制板材、管材、挤压材、锻件等。可根据用户要求设计出不同性能要求的铝基复合材料，并可根据需求订制不同的产品形式，包括板、棒、管、锻件、机加工零件、焊接构件等。零件规格方面，材料单锭重量最大可达 7 吨，板材厚度最厚 150mm,锻件投影面积 4m^2 等。



图 1.祝融号火星车轮



图 2 水下装备壳体



图 3.祝融号火星车车轮备用

主要指标(特点):

- 1.陶瓷含量 (SiC、B₄C、Al₂O₃ 等):15-30%;
- 2.密度: $2.75\text{-}2.85\text{g/cm}^3$;
- 3.弹性模量: $100\text{-}130\text{GPa}$;
- 4.抗拉强度: $520\text{-}700\text{MPa}$;
- 5.屈服强度: $350\text{-}620\text{MPa}$;
- 6.延伸率: $\geq 4\text{-}10\%$ 。

178 高尺寸稳定性铝基复合材料

应用范围：

主要用于航空、航天、武器、半导体设备等光机结构件、仪器仪表结构件等，包括空间相机光学主结构，激光通信结构件、制导光学结构件，反射镜锁坯、半导体制造设备的光机结构/高精导轨/滑动部件等。

技术简介：

用于风云、高分、北斗、星网等几十个型号的空间相机光学主结构件、激光通信结构件。为惯性导航/光学制导提供了结构件并定型批产。小口径反射镜通过地面验证，长时间放置面型精度不变。大量产品用于光刻机等半导体设的光机结构/高精导轨/滑动部件等。可根据用户要求设计出不同性能要求的铝基复合材料，材料单锭重量最大可达 7 吨。并可根据需求订制不同的产品形式，包括锻件、厚板、U 型架、异型结构等，并可提供机械加工零件。

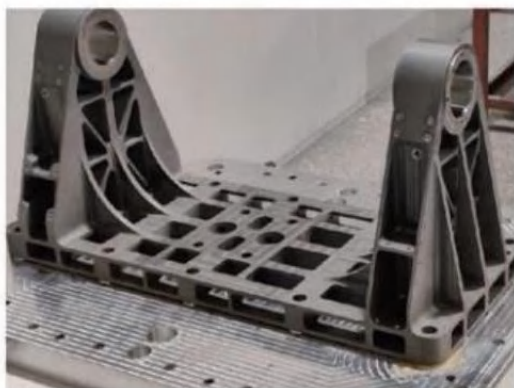


图 1.光学转台

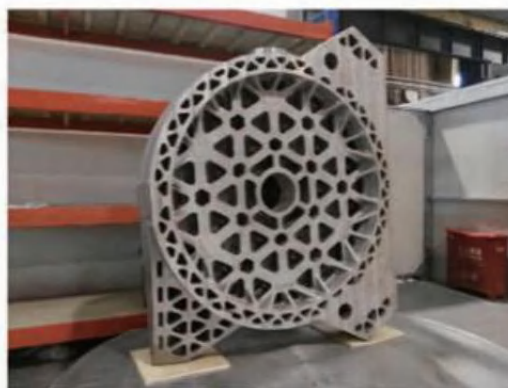


图 2.光学基板

主要指标(特点):

- 1.碳化硅体积含量：(25-70)%;
- 2.密度：(2.85-3.03)g/cm³;
- 3.弹性模量：(115-250)GPa;
- 4.热导率：(160-220)W/m.K;
- 5.热膨胀系数：(6.5-15)ppm/K。

179 铝基碳化硼中子吸收材料

应用范围:

具有优异的中子吸收能力，主要用于核燃料高密度贮存和运输领域，可维持核燃料(新/乏)次临界状态，防止发生链式反应，也可用于其它需要吸收/屏蔽热中子的领域。

技术简介:

工程样板通过了加速辐照、加速腐蚀、高温老化、硼均匀性检测等验证考核，材料性能优于国外同类产品。其中焊接筒已用于石岛湾高温气冷堆核燃料元件贮存和运输容器；大尺寸板材已用于“龙舟”乏燃料运输容器。可根据用户要求，提供不同尺寸和形状的产品，单锭最大可达 2-3 吨，可提供锻件、挤压材、板材、机加工零件、焊接构件等。



图 1. 铝基碳化硼中子吸收材料板材 图 2. 铝基碳化硼中子吸收材料板材与焊接筒

主要指标(特点):

1. 材料致密度: 100%;
2. BC 含量 15~40%;
3. 颗粒含量均匀性 $\pm 0.2\%$;
4. 搅拌摩擦焊 接接头强度系数 $\geq 95\%$;
5. 可提供不同规格尺寸订制(最长 4500mm, 最薄 2.0mm)。

180 超高强、耐蚀纳米碳增强铝基复合材

应用范围：

主要面向空天、海洋、国防装备等领域高综合性能化需求，作为铝基轻质材料的重要补充，主要包括空天飞行器承载结构件、海洋等复杂潮湿、盐 要环境耐蚀结构 件。

技术简介：

纳米碳材料自身超高强、超高模的性能优势，大幅提升铝基体的强度、模量和疲劳极限，静态拉伸强度媲美超高强铝合金、模量相比超高强铝提升 20%、疲劳极限相比超高强铝提升超过40%;同时，纳米碳(尤其碳纳米管)的中空特征可作为缓蚀成分的容器，带来晶间、抗剥落、抗应力腐蚀全面提高，可在保持超高强度的同时兼具优异耐蚀性能。产品形式主要包括棒材、带材、板材、型材等。可根据用户要求设计提供不同性能和规格需求的纳米碳增强铝基复合材料。

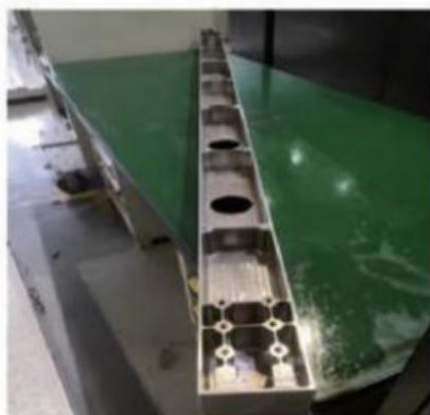


图 1.飞行器支撑结构件



图 2.飞行器抗疲劳转载结构件

主要指标(特点):

- 1.纳米碳含量：1-3wt.%;
- 2.密度：2.75-2.80g/cm³;
- 3.抗拉强度：660~720MPa,屈服强度 540~620MPa,延伸率 4-6%,弹性模量 77~86GPa;
- 4.R0.1,疲劳极限 400~470MPa;R-1,疲劳极限：250~300MPa;
- 5.高耐蚀系列：晶间腐蚀 IGC 深度小于 5 微米，剥落腐蚀敏感性 EXCO 可达N 级，应力腐蚀敏感性小于 0.1%。

181 电子封装用铝基复合材料

应用范围：

铝基复合材料与传统铝、钛、钼铜等合金相比，兼备轻质、高热导率、低热膨胀系数等特点，可广泛应用于微波通讯、导航、大功率电器等装备所需的电子封装产品。

技术简介：

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。另外，金属所还研制出下一代金刚石铝基复合材料，热导率比铝基碳化硅高一倍以上，加工性与经济性优于同类产品。



图 1.铝基碳化硅壳体

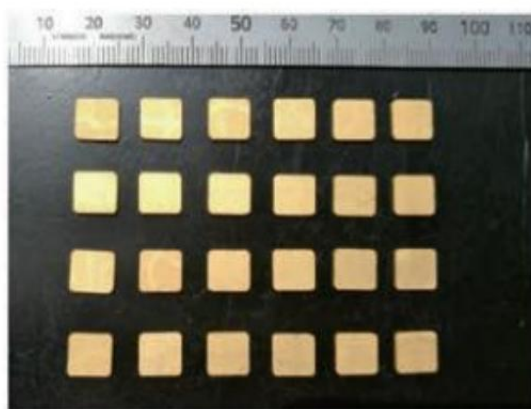


图 2.铝基金刚石热沉

主要指标(特点)：

- 1.增强相含量：50~70%;
- 2.密度：2.9~3.0g/cm³;
- 3.弹性模量：190~240GPa;
- 4.抗弯强度：350~450MPa;
- 5.线膨胀系数：6~9ppm.C;
- 6.热导率：200-500W/m+K。

182 耐高温铝基复合材料

应用范围：

主要面向航空、航天、海洋等室温-400°C长期服役的轻量化结构，可将铝合金的长期使用温度提升 200°C,用于填补铝、钛等轻质金属的空白。包括发动机、高速飞行器、新一代飞机、水下装备、深空探测器等长期承受高温的承载结构件。

技术简介：

新一代铝基复合材料改变传统铝合金及其复合材料强化原理，采用高温稳定的纳米增强相协同材料组织设计，大幅提升铝基材料的服役温度。材料可长期在400°C以下服役。在发动机、高超飞行器等国家重大工程型号获得示范应用。可根据用户要求设计出不同性能要求的铝基复合材料，并可根据需求订制不同的产品形式，包括厚板、棒、锻件、机加工零件等。



图 1.飞行器结构件



图 2.发动机耐高温部件

主要指标(特点)：

- 1.密度：2.75-2.85g/cm³;
- 2.室温：屈服强度>310MPa,抗拉强度>420MPa,延伸率≥5%,弹性模量≥85GPa;
- 3.350°C:屈服强度≥170MPa,抗拉强度≥200MPa,延伸率≥49%,弹性模量≥70GPa;
- 4.350°C保温 1000 小时，强度下降<5%。

183 铝合金黑色耐磨耐腐蚀自润滑多功能 一体化抑弧涂层技术

应用范围：

该技术进行实际使用环境下的产品性能考核验证，指标全部满足实际使用要求，技术稳定，可靠，并实现了工艺技术成果转化和产品批量生产。

技术简介：

围绕新型铝合金装备表面硬质强化技术需求，将增韧剂加入黑色氧化陶瓷涂层中，提高整体涂层的韧性和抗冲击性。同时结合传统黑色抑弧氧化涂层工艺的优势，将传统的浅灰色 Al_2O_3 陶瓷作为底层，制备含有韧性陶瓷颗粒的中间陶瓷层，并在最外层电沉积黑色陶瓷层，最终获得一种新型的具有三明治结构 $C/TiC/Al_2O_3/Al_2O_3$ 增韧黑色陶瓷膜，揭示了全新“动态线性/环形”微弧氧化等离子束控制膜层微孔结构纳米化生长机理，解决了等离子放电阵列有序控制技术难题，以及铝合金部件不耐磨，硬度低等问题，具有显著提高铝制品服役寿命的优势。

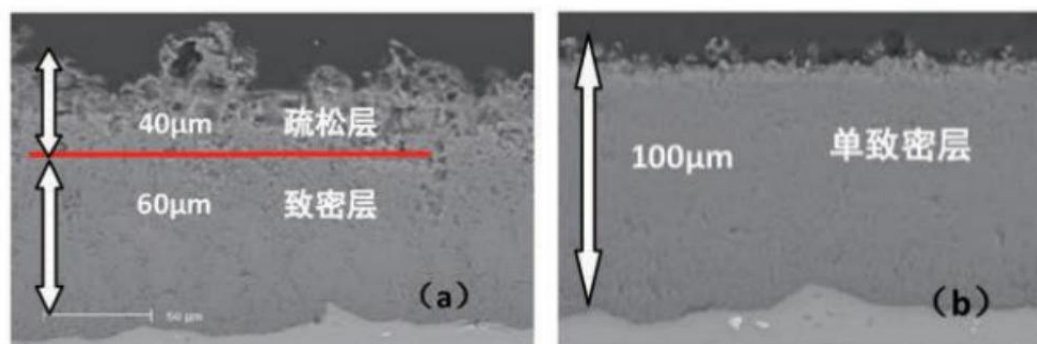


图 1.传统和黑色单致密抑弧氧化膜的表面和截面形貌

主要指标(特点)：

(1)显微硬度：HV750-1000; (2)耐磨性：摩擦系数 ≥ 0.1 (致密层); (3)耐酸性盐雾： $\geq 100h$; (4)耐中性盐雾： $\geq 500h$; (5)耐霉菌： ≥ 28 天，无霉菌生长; (6)耐湿热： $\geq 2000h$,涂层不起泡，不脱落。

184 高导热石墨烯厚膜

应用范围:

高导热石墨烯厚膜兼具高热导率和大厚度的特点,可满足大功率芯片的高效扩热和散热需求,尤其适用于有柔性需求、狭小空间内散热、失重/高过载条件下扩热、超高温/超低温等极端环境中均热等特殊应用场景,具有高性能、高稳定性和高可靠性的特点,在高性能电子设备、航空航天装备等领域具有广阔应用前景。

技术简介:

高导热石墨烯厚膜材料是由金属所开发的一种高性能热管理材料。该材料以石墨烯纳米片为原料通过先进成膜工艺制备而成,宏观上具有金属光泽,微观上具有类似晶体石墨的层状有序晶体结构。常规商用石墨烯导热膜膜厚通常在 100 μm 以下,高导热石墨烯厚膜的膜厚可达 500 μm ,并且在不同厚度时均具有 500W/mK 以上的超高面内热导率。兼具高热导率和大厚度的特点使其可以更加高效地传导热量,满足大功率的传热、均热和散热应用需求。高导热石墨烯厚膜为一体化纯碳材质,具有轻质、高热稳定性和化学稳定性的特点,导热性能不受过载、失重、真空、热冲击等极端环境的影响,具有高可靠性的特点。目前该技术处于成熟产品阶段,已在多个卫星型号中实现应用,热管理性能优异。

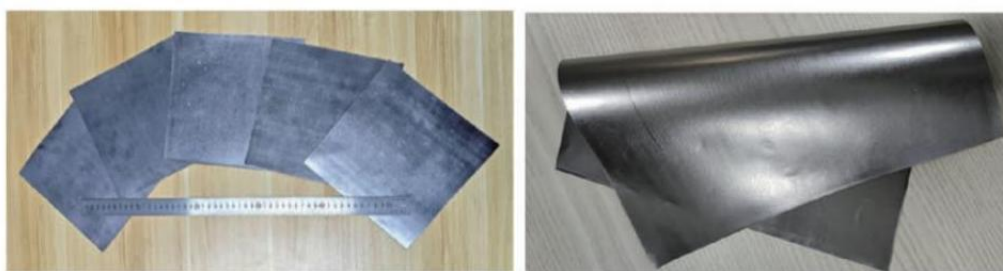


图 1.高导热石墨烯厚膜样片(膜厚左至右 100、200、300、400、500 微米)图

2.柔性高导热石墨烯厚膜样片

主要指标(特点):

石墨烯导热膜可在 10~500 微米厚度范围内定制,面内热导率 1500~1800W/mK,密度 2.0~2.1g/cm³。

185 三维石墨烯泡沫状宏观体

应用范围：

可广泛应用于锂离子电池、生物燃料电池、传感器、柔性导体、电磁屏蔽、超疏水材料等领域。

技术简介：

将石墨烯由二维平面状结构发展到连续的宏观三维网络状结构可以更方便发挥其大比表面积、高导电导热、高力学强度等性能特点；同时使其更容易操作并与其它材料复合形成新的功能结构，从而充分发挥石墨烯的结构和性能优势。

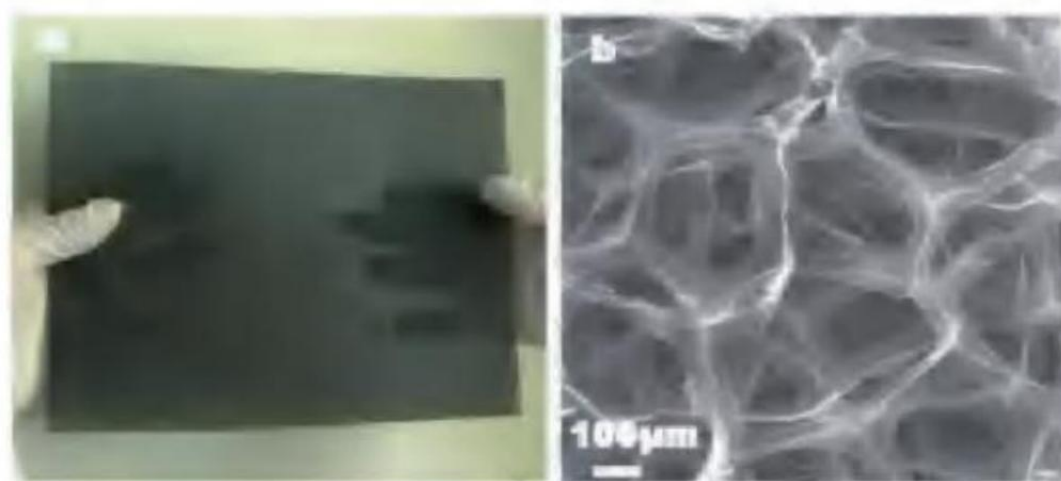


图 1. 石墨烯三维泡沫宏观形貌(a)、微观形貌(b)

主要指标(特点)：

利用化学气相沉积的方法可以有效控制所得泡沫结构中石墨烯的层数和孔隙结构分布，形成在晶体结构上连续的石墨烯三维结构。

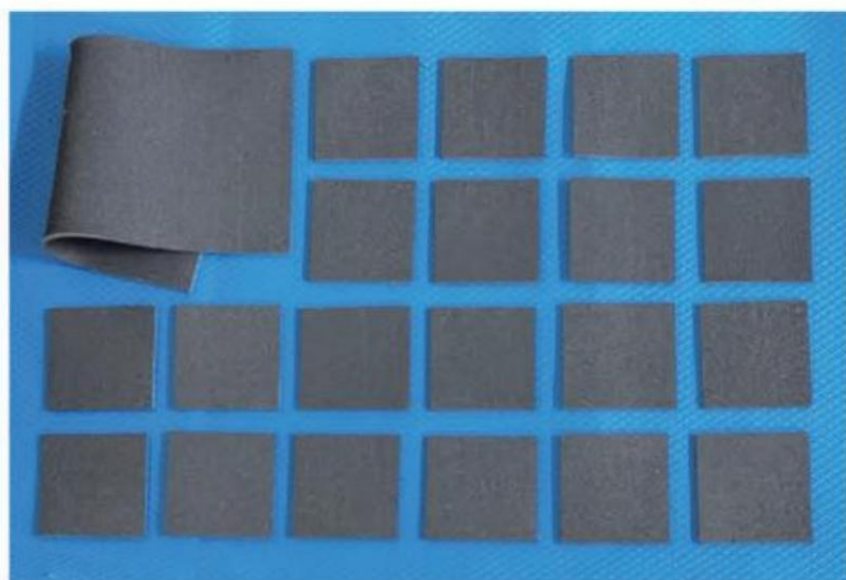
186 高性能石墨烯热界面材料(TIM)

应用范围:

高性能石墨烯 TIM 具有显著优于国内外现有商用TIM 的导热性能,垂直方向热导率可达 150W/mK ,能够大幅降低界面热阻,显著提升系统散热效率,在 5G 通讯、航空航天等高性能电子设备热管理领域具有广阔应用前景。

技术简介:

高性能石墨烯 TIM 是由中国科学院金属研究所基于具有自主知识产权的石墨烯三维网络宏观体材料(Nature Materials 2011)开发的一种新型高导热 TIM。材料兼具优异的导热和使用性能(低硬度、高强度、易压缩)。目前该材料处于小试阶段,已在多个应用场景的高性能芯片实际散热工况下进行了应用验证,取得了显著优于用户现役TIM 的散热效果。



主要指标(特点):

石墨烯 TIM 厚度在 $0.3\sim 3\text{mm}$ 范围内可定制,垂直平面热导率 $100\sim 150\text{W/mK}$,应用热阻 $0.12\sim 0.45\text{Kcm}^2/\text{W}$,40psi 压力下压缩量 $\geq 30\%$,拉伸强度 $\geq 0.1\text{MPa}$,温度范围 $-50\sim 200^\circ\text{C}$ 。

187 石墨烯柔性透明电极材料

应用范围：

应用于刚性及柔性触控屏幕，OLED 发光及显示器件，如手机、平板电脑、柔性显示、可穿戴设备等。

技术简介：

石墨烯具有优异的透明度、导电性和柔韧性，将其附着在柔性透明基体表面，即形成柔性可弯折的石墨烯透明电极材料，其电阻特性可满足触控操作和有机电致发光(OLED)器件的应用要求。

主要指标(特点)：

透明导电性：90%透光率，表面电阻 $120 \pm 10 \text{ ohm/sq}$ ；最大面积：20inch；最小可弯折曲率半径：5mm；弯折 1000 次，电阻增加 $<10\%$ 。



图 1.石墨烯柔性电极材料应用示意

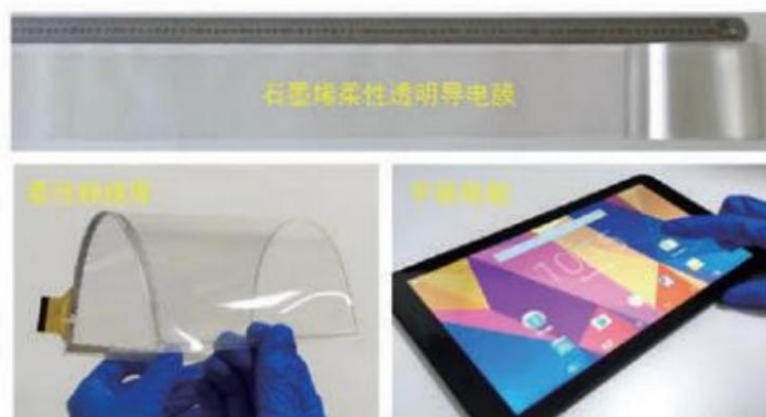
188 石墨烯柔性透明导电薄膜制备技术与光电应用

应用范围：

替代传统 ITO 薄膜，广泛应用于触摸屏、智能窗、电磁屏蔽薄膜、透明加热膜、光探测器、有机发光二极管以及太阳能电池等光电器件，尤其适合柔性器件。

技术简介：

作为新一代透明导电薄膜材料，石墨烯柔性透明导电薄膜具有高导电、高透光、耐弯折、化学和加热稳定性高等优异的综合性能，并与现有的器件加工工艺兼容。基于石墨烯透明导电薄膜的柔性触摸屏可实现多点触控，具有高的触摸灵敏度和精度，完全可以满足智能手机和平板电脑的使用要求。现拥有多项国际先进的制备技术；



1.连续无损转移技术

国际首创，多项国际/国家发明专利授权。采用图 1.石墨烯柔性透明导电膜、触摸屏和平板电脑使用演示非刻蚀、无转移介质技术，结合卷对卷工艺，具有可控性高、低成本、无污染和易于规模化的突出优势，可实现连续化转移石墨烯薄膜。

国内领先，多项国家发明专利授权。采用新型化学掺杂剂，可大幅降低薄膜的面电阻并保持高透光率，效果长期稳定。

主要指标(特点)：

- 1.基材：PET 薄膜；
- 2.透光率(@550nm):90-979%(不含基材)；
- 3.面电阻：100-200 欧姆/方块；
- 4.弯曲稳定性：弯曲 1000 次后方阻增加 $\leq 10\%$ ；
- 5.附着力：胶带剥离测试无脱落。

189 纳米碳基导电微球

应用范围：

作为异方性导电胶(膜)的导电填料用于微电子封装领域，可广泛应用于发光二极管、液晶显示器、印刷电路板、IC 芯片等各种电子元件和组件的封装以及压合绑定等。

技术简介：

异方性导电胶(膜)是在垂直方向导通，而在水平方向绝缘的胶粘剂，有利于电子封装的进一步微型化。纳米碳基导电微球主要为碳纳米管和/或石墨烯包覆的聚合物微球，与基体胶复合可制备具有良好导电性与抗压性的异方性导电胶(膜),具有成本低廉、工艺过程无污染、导电层不易破碎以及抗压性强的优势。

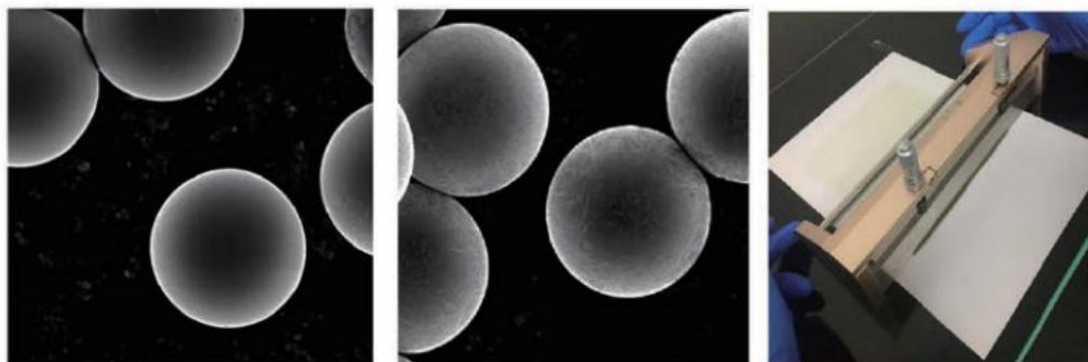


图 1.石墨烯和碳纳米管导电球及其异方性导电胶

主要指标(特点)：

导电球尺寸在 $2\sim 8\mu\text{m}$ 区间可调，尺寸均一；制成导电胶(膜)后，垂直导通电阻 $<1\text{Q}$,横向绝缘电阻 $>10^8\text{ Q}$ 。

190 石墨烯水性分散液

应用范围：

研发的石墨烯水性分散液可以作为石墨烯导电浆料、石墨烯纸、水性聚合物复合材料的添加剂等。

技术简介：

石墨烯的分散问题一直是石墨烯领域的难点问题，也是石墨烯走向广泛应用必须要克服的问题。本成果采用微量纳米材料作为分散剂，通过超声波辅助处理可以得到均匀的石墨烯水性分散液。本成果实施过程简单，在生产过程中未对石墨烯进行化学改性，可以最大程度的保护石墨烯结构不受破坏，适合在工业领域规模化生产。同时石墨烯浓度可控，纳米粒子不仅是石墨烯的分散剂，还能成为在复合材料中的粘结剂和增强剂，对后续石墨烯复合材料的性能有积极改善作用。



图 1. 石墨烯水性分散液以及石墨烯导电浆料

主要指标(特点)：

1. 以石墨烯团簇为原料，分散液的均匀稳定性可以保持数十小时，最高浓度可达 2wt.%;
2. 以石墨/膨胀石墨为原料，石墨烯的层数在 10 层以内，分散液的均匀稳定性可以保持数月。

191 高导电碳纳米管纤维材料

应用范围：

可广泛应用于电子器件互联、轻质传输线、柔性纤维电极、功能增强纤维、智能可穿戴织物领域、高温电加热丝、红外发射源、高频电缆等。

技术简介：

金属所开发了国际首创的“干喷湿纺”连续制备碳纳米管纤维技术，突破了高顺排度、高致密度、百米级碳纳米管纤维连续制备技术瓶颈，获得了轻质、高导电、高强碳纳米管纤维，为航空航天轻量化传输线、高频电子器件互联提供新一代高性能纤维解决方案。

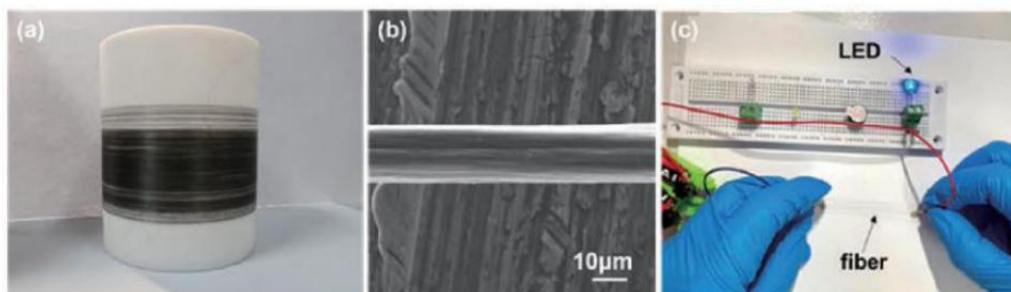


图 1.碳纳米管纤维(a)宏观形貌、(b)微观形貌及(c)用作传输线点亮小灯泡效果

主要指标(特点)：

电导率 $>1.0 \times 10^7 \text{ S/m}$,载流量 $>5.0 \times 10^9 \text{ A/m}^2$,密度 $<2.0 \text{ g/cm}^3$,拉伸强度 $>1.65 \text{ GPa}$,断裂韧性 $>130.9 \text{ MJ/m}^2$ 。

192 高强韧、高透明导电性单壁碳纳米管薄膜

应用范围:

可用于颗粒防护膜、薄膜电极、电热膜、吸光膜、透明导电薄膜、柔性电子器件、EUV 防护膜、可穿戴设备等。

技术简介:

金属所开发的单壁碳纳米管薄膜制备技术, 基于可调控成膜工艺实现厚度精确控制, 兼具宽光谱透光性、高导电性、优异力学强度及柔性特征。该薄膜可适配多类型基底或独立成自支撑结构, 其力-电-光多性能协同特性为透明电极、柔性传感及功能复合材料等应用场景提供创新解决方案。

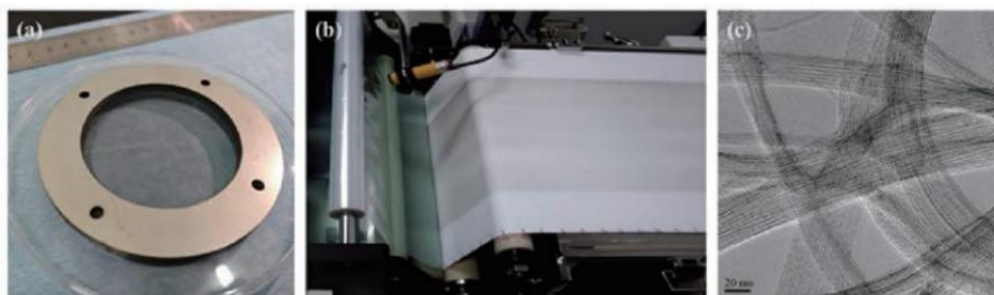


图 1. (a)覆盖于金属环上的透明 SWCNT 薄膜;

(b)连续收集的大面积 SWCNT 薄膜; (c)SWCNT 薄膜的典型透射电镜

照片主要指标(特点):

厚度: 10nm-2mm,透光率(550nm 波长):0-99%,透明导电性: 90%透光率(550nm 波长)、表面电阻 $100 \pm 10 \text{ ohm/sq}$,抗拉强度: $>150 \text{ MPa}$,可承受自身重量 100 万倍重物。

193 高质量单/双壁碳纳米管海绵

应用范围：

可提升锂电池能量密度、充电倍率、延长使用寿命：正极、负极(特别是硅负极材料，可抑制硅膨胀，负极 SiO 含量最高可达 90%)。用于导电添加剂、增强复合材料、电磁屏蔽、电热材料等、作为原材料应用于碳纳米管研究与应用，碳纳米管纤维、无纺布等。

技术简介：

金属所开发的浮动催化剂化学气相沉积(FCCVD)技术，通过短流程工艺直接合成单/双壁碳纳米管，产物呈现海绵状形态，具有高结晶度、高纯度及可控壁数结构(单/双壁比例可控)。该技术突破传统制备工艺限制，实现大长径比碳纳米管的连续化生产，目前已完成中试放大验证，进入下游企业应用导入阶段，为复合材料、导电薄膜等领域提供高性能碳管原料。

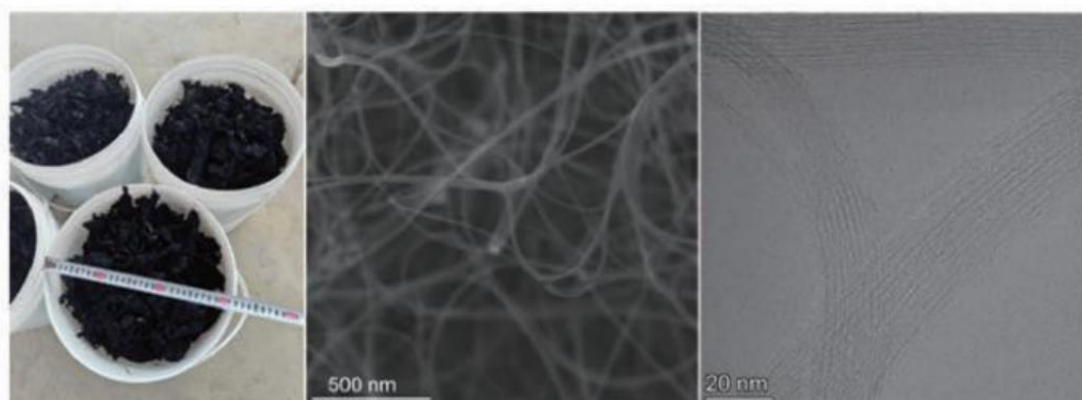


图 1.高质量本征单/双壁碳纳米管海绵宏观形貌及微观形貌

主要指标(特点)：

粗产品中碳纳米管含量大于 96%,单/双壁碳纳米管比例可调，G/D 比大于 150，集中氧化温度大于 700°C,长径比大于 50000。

194 各向同性热解石墨(IPG)

应用范围:

各向同性热解石墨(IPG)作为综合性能最优的纯碳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。

技术简介:

各向同性热解石墨(IsotropicPyrolyticGraphite,IPG)材料是利用化学气相沉积方法(ChemicalVaporDeposition,CVD)制备的一种高性能碳质材料,其结构致密、晶粒尺寸小,克服了传统石墨材料呈各向异性和需要漫渍增密补强的弱点,具有耐高温、润滑、耐磨损、强度高、不透气、耐烧蚀、可加工性能优良等特点。技术成熟度:成熟产品。该技术目前处于应用拓展阶段,已作为高性能机械密封材料在 500 吨级大运载火箭发动机中得到应用验证。

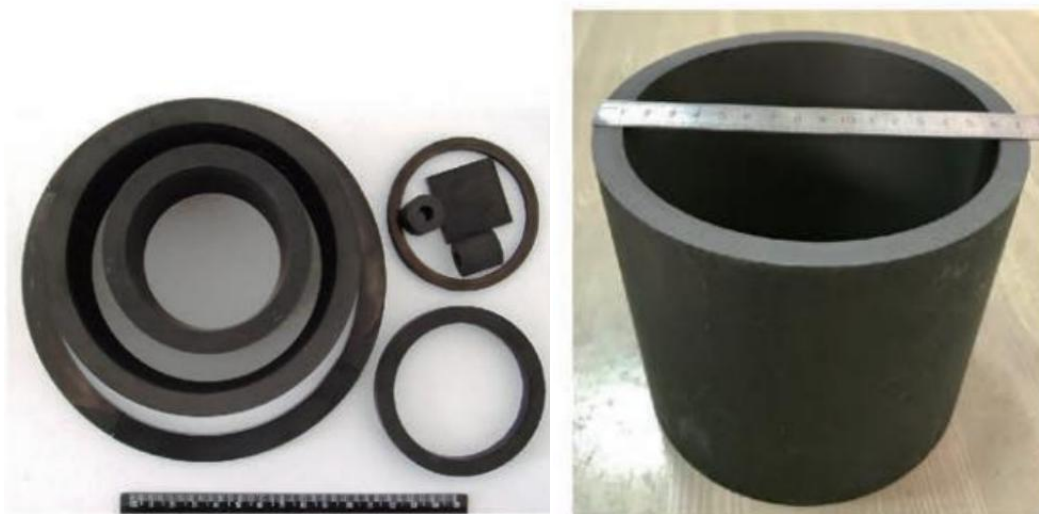


图 1.各向同性热解石墨制件及大规格毛坯

主要指标(特点):

抗压强度 $\geq 190\text{MPa}$,抗折强度 $\geq 90\text{MPa}$,开口气孔率 $\leq 0.1\%$,密度 $\geq 1.8\text{g/cm}^3$ 。

195 热解石墨(PG)

应用范围:

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。

技术简介:

热解石墨(Isotropic Pyrolytic Graphite)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。技术成熟度:成熟产品。该技术目前处于应用拓展阶段,已作为高性能机械密封材料在航空发动机、导弹、鱼雷、大运载火箭、无人机等多个型号中得到成功应用。



图 1.热解石墨材料及制件

主要指标(特点):

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

196 高定向热解石墨(HOPG)

应用范围:

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。

技术简介:

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。技术成熟度: 成熟产品。

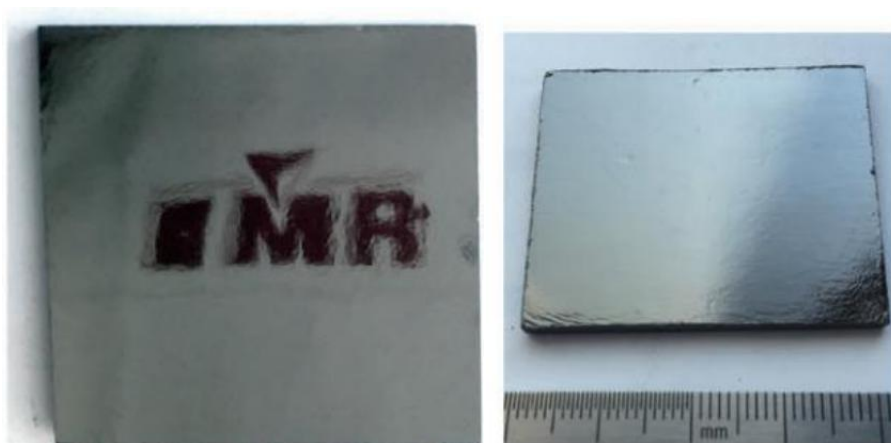


图 1.高定向热解石墨

主要指标(特点):

密度: $2.24\text{--}2.26\text{g/cm}^3$, 镇嵌角: $0.4 \pm 0.1^\circ$ (A 级), $0.8 \pm 0.2^\circ$ (B 级)。

197 超高导热热解石墨

应用范围:

在航空、航天、电子等领域有着极为广阔的应用前景。

技术简介:

超高导热热解石墨是热解石墨经高温高压处理后制得的一种新型石墨材料,具有优异的导热性能。技术成熟度:成熟产品。该技术目前处于应用拓展阶段。已作为高性能热管理材料在电子领域开始应用验证。



图 1.超高导热热解石墨

主要指标(特点):

密度: $2.20\sim 2.25\text{g/cm}^3$; 导热率(ab 向) $\geq 1700\text{W/m.k}$ 。

198 浸金属(树脂)碳石墨复合材料

应用范围:

已广泛应用于机械密封领域。

技术简介:

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。

技术成熟度: 成熟产品。该技术目前处于应用拓展阶段, 已在航空发动机、航天发动机等领域得到成功应用及批量供货。

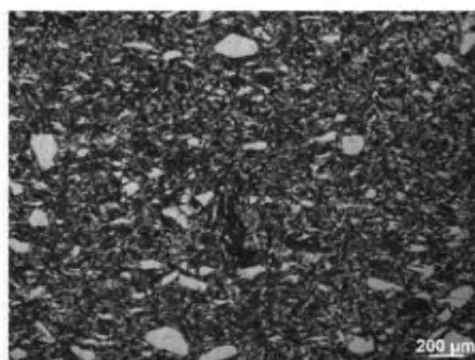


图 1.浸金属石墨复合材料



图 2.浸树脂石墨复合材料

主要指标(特点):

- 1.浸树脂碳石墨复合材料: 抗压强度 $>120\text{MPa}$,抗折强度 $\geq 55\text{MPa}$,开口气孔率 $\leq 1\%$;
- 2.浸金属碳石墨复合材料: 抗压强度 $>165\text{MPa}$,抗折强度 $\geq 75\text{MPa}$,开口气孔率 $\leq 1\%$ 。
- 3.浸无机盐/金属石墨复合材料: 抗压强度 $\geq 150\text{MPa}$,抗折强度 $\geq 70\text{MPa}$,开口气孔率 $\leq 1\%$ 。

199 碳/碳复合材料

应用范围：

应用于航空航天、核工业、电子工业、工业炉行业、汽车工业等领域。

技术简介：

碳/碳复合材料具有高比强、高比模、低膨胀、高热导和耐高温等特性，可应用于飞行器以及发动机的热防护系统。同时，该类复合材料还被广泛应用于核工业、电子工业、工业炉行业、汽车工业等领域。



图 1.高强 C/C 复合材料固体火箭发动机热端部件

热压模具：该产品主要应用于特种陶瓷制备装备领域，承受压力可达 150MPa 以上，耐温可达 2000°C 以上。发热体：该产品主要应用于真空热处理设备，材料纯度 $\leq 30\text{ppm}$ ，电阻率 $18\sim 60\mu\Omega\cdot\text{m}$ ，使用温度 2000°C 以上。高压气体喷管：壁厚 4mm，喷管长 2000mm。

盛料盘：用于金属真空热处理过程，替代传统金属料盘，材料密度 $\leq 1.6\text{g}/\text{cm}^3$ ，抗压强度 200MPa 以上，不仅节约了设备使用空间，而且减低工人劳动强度。

主要指标(特点)：

表 1.C/C 复合材料主要技术指标

密度 $1.5\sim 1.85\text{g}/\text{cm}^3$

拉伸强度 $80\sim 200\text{MPa}$

压缩强度 $200\sim 350\text{MPa}$

弯曲强度 $150\sim 250\text{MPa}$

热容 $0.85\sim 1.29(200\sim 1000^\circ\text{C})\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{K}$

导热系数，可调， $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$

膨胀系数 $2\sim 3.2(200\sim 1000^\circ\text{C})10^{-6}/^\circ\text{C}$

200 SiC 陶瓷基复合材料

应用范围：

应用于飞行器以及发动机的热防护系统。

技术简介：

SiC 陶瓷基复合材料具有耐高温、抗氧化、高比强、突出的环境适应性、低比重以及良好的热学和力学性能等，可广泛应用于航天航空的热端部件。



201 多孔炭材料

应用范围：

可应用于高效隔热/承载一体化材料、声阻抗耦合材料、催化剂及催化剂载体、气体过滤材料、精密电子材料等方面。

技术简介：

多孔炭材料具有低密度、高强度、耐超高温、低热导等特性，金属所研制的多孔炭材料强度可达数十至百余兆帕，可作为结构功能一体化材料使用。



202 硼掺杂金刚石电极

应用范围：

应用于环保和消毒杀菌等领域，可以进行难降解有机污染物中化学需氧量(COD)、氨氮(NH₃-N)、总氮(TN)、总磷(TP)等预处理和深度处理以及制造臭氧水等应用。

技术简介：

硼掺杂金刚石(boron doped diamond,BDD)电极具有电化学电势窗口宽、析氧电位高、良好的机械和物理化学稳定性，是电化学高级氧化技术最佳的阳极材料。可以高效产生羟基自由基(-OH)等强氧化剂，将有机污染物彻底氧化为水和二氧化碳，无二次污染和污泥产生，具有操作简单、占地面积小、集成度高、可实现智能化操控等优势。技术成熟度：成熟产品。应用案例：在高盐难降解工业废水处理和果蔬解毒仪等白色家电领域获得应用。



图 1.制造臭氧水用 BDD 电极

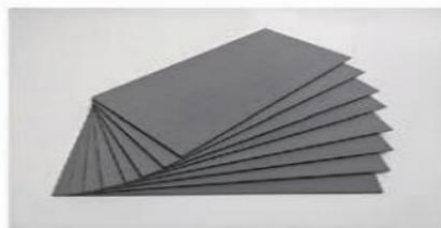


图 2.10×20cm 尺寸 BDD 电极

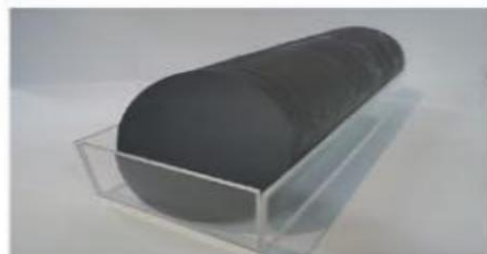


图 3.4 英寸 BDD 电极



图 4. 自支撑 BDD 电极

主要指标(特点)：

- 1.掺杂浓度：10²⁰-10²¹cm⁻³(根据使用需求定制)；
- 2.析氧电位：≥2V；
- 3.涂层厚度：3-10 μm；
- 4.使用寿命：2 年以上(电流密度≤60mA/cm²)；
- 5.基体选择：硅、钨；
- 6.电极尺寸：根据使用需求定制；
- 7.常用尺寸：1×2cm;2×4cm;4×8cm;10×20cm;11×22cm;13×24cm;4 英寸。

203 金刚石涂层刀具

应用范围：

应用于航空航天、能源、轨道交通、医疗装备和 3C 电子等高端制造业领域，可以高效率切削碳纤维复合材料、铝硅合金、石墨、PCB 板和人义齿氧化锆等难加工非铁系材料。

技术简介：

金刚石涂层刀具是在硬质合金刀具表面涂敷一层金刚石涂层的刀具，具有高硬度和高耐磨性，高低摩擦系数、低热膨胀系数和良好的物理化学稳定性，可以有效减少刀具磨损，延长刀具寿命，提高切削效率，满足高效率、高精度、长寿命加工需求，是实现绿色加工和智能加工的首选刀具。技术成熟度：工程示范。

应用案例：该产品在义齿加工和石墨加工企业获得应用。



图 1.义齿加工用金刚石涂层刀具



图 2.石墨加工用金刚石涂层刀具

主要指标(特点):

- 1.涂层硬度：>85Gpa;
- 2.表面粗糙度：<30nm;
- 3.涂层厚度：3-10 μ m(根据使用需求定制);
- 4.涂层结构：微米、纳米、多层、梯度;
- 5.刀具基体：指定牌号硬质合金;
- 6.刀具尺寸：直径 2-16mm。

204 寒冷地区用低温磷酸铁锂电池

应用范围：

可满足寒冷地区发展储能、启动、动力等新能源的市场需求；满足机器人、特种设备等在高寒恶劣的环境中所急需的耐低温、安全性好的低温电池。

技术简介：

1.正极及电解液开发：利用自有专利技术开发的低温电池用纳米磷酸铁锂正极材料，通过优化复合碳源比例和控制固相反应温度，提高了材料对粘结剂、电解液的浸润性和吸液性；在纳米晶一次颗粒及其聚合的微米二次球体表面形成均匀连续的复合碳包覆，获得具有低温性能优异的磷酸铁锂正极材料。在低温电解液方面，开发的无机盐与高极性溶剂复配的低温添加剂，使得正负极材料的低温电化学性能均得到很好发挥，在不改变其它性能的同时，提高了低温电化学性能。

2.电芯结构及工艺设计，利用积累的正负极、电解液及电芯数据，引入面密度、压实密度、注液量等关键参数作为特征算符，结合实际工况的需求，发展快速构建配方、结构、性能及成本技术方案，实现最优电芯设计，同时能够对电芯全生命周期的性能、状态、循环及存储寿命预测与评估。

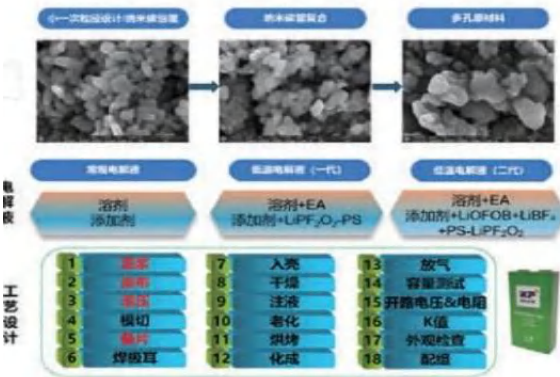


图 1.低温动力电池工艺流程图

主要指标(特点)：

形成的低温磷酸铁锂电池，其性能指标如下：

1.低温容量型产品(20Ah、30Ah):在-40℃下，可 2C 持续倍率放电，放电容量≥90%;在 25℃下、最大持续放电倍率 7C,1C 充放电循环性能≥2000 次；具备-10℃下的 0.2C 充电能力；

2.低温倍率型产品(25Ah):在-40℃下，可 5C 持续倍率放电，放电容量≥90%;在 25℃下，最大持续放电倍率 15C,2C 充放电循环性能≥3000 次；具备-20℃下的 0.2C 充电能力。

205 高性能锂聚合物固态电解质及固态锂电池

应用范围:

固态电池是一种采用固态电解质代替液态电解质的新型电化学储能器件,具有安全性高和能量密度高的特点,可解决现有锂离子电池的诸多安全性问题,能用于新能源汽车和消费电子产品等众多领域。

技术简介:

聚环氧乙烷基固态电解质具有成本低、轻质、易成膜以及与电极间良好的界面接触等特点,被广泛应用于固态电解质的研究。但是,常规的环氧乙烷基固态电解质的锂离子电导率和迁移数较低,使得聚环氧乙烷基固态电池需要在较高温度(50-70°C)下使用,在室温及低温下难以工作。基于上述问题,金属所发展了新的聚环氧乙烷基固态电解质的制备工艺,显著提高了电解质的锂离子电导率,实现了离子传输尺度上均质且快速的离子通路的形成。以磷酸铁锂为正极、金属锂为负极组装的固态电池在室温和零度条件下都具有优异的电化学性能。

主要指标(特点):

聚环氧乙烷基固态电解质的室温离子电导率 $>10^{-4}\text{Scm}^{-1}$,室温条件下稳定性大于100天,基于磷酸铁锂的固态电池正极容量 $>145\text{mAhg}^{-1}(0.5\text{C})$, $120\text{mAhg}^{-1}(1\text{C})$,循环次数 >2000 次,容量保持率85%,安全性满足国家标准。

206 高性能锂硫电池及关键材料

应用范围:

锂硫电池具有更高的能量密度,可用于电动汽车和消费电子产品等锂离子电池应用领域,也可以用于深海和深空等低温应用设备的能源保障。

技术简介:

与锂离子电池相比,锂硫电池以金属锂为负极,单质硫为正极,其理论比容量为 1675mAhg⁻¹,理论比能量为 2600Whkg⁻¹,远高于现有的锂离子电池。同时,硫具有低成本、储量丰富和环境友好等优点,使得锂硫电池成为最具发展前景的电化学储能体系之一。金属所的技术主要包括:

- (1)高容量的硫碳复合正极材料的批量制备技术;
- (2)功能化隔膜的涂覆工艺和制备技术;
- (3)高稳定的金属锂负极技术。

主要指标(特点):

锂硫电池单体电芯 0.05C 放电, 1.5-2.8V,质量能量密度 $\geq 350\text{Wh/kg}$,循环寿命 ≥ 100 次,安全性满足国家标准。

207 面向固体氧化物燃料电池的新型连接体材料:

MAX 相 $(\text{Ti,Nb})_3\text{SiC}_2$

应用范围:

固溶掺杂型MAX相 $(\text{Ti,Nb})_3\text{SiC}_2$ 是理想的固体氧化物燃料电池(SOFC)合金连接体替代材料,主要功能是连接 SOFC 单体组成电堆,面向的用户群是国内 SOFC设计及生产单位。

技术简介:

连接体是组建固体氧化物燃料电池(SOFC)电堆的关键核心部件,当前 LaCrO_3 体系与合金连接体都存在 Cr挥发和阴极毒化的技术瓶颈问题,严重限制了其使用寿命。三元层状 MAX 相兼具金属和陶瓷的性能,是极具潜力的新型连接体替代材料,但其氧化物的导电性较差。

为对长期抗氧化性能和导电性能的定向调控,采用Nb 掺杂方法制备了固溶型 MAX 相材料 $(\text{Ti,Nb})_3\text{SiC}_2$ 。材料单项性能以及组装电堆热循环、功率/密度和电压衰减测试结果表明,其综合性能显著优于当前的合金连接体,显示出大的实际应用前景。该技术目前处于中试放大阶段。

主要指标(特点):

$(\text{Ti,Nb})_3\text{SiC}_2$ 不含 Cr,有效突破了当前 LaCrO_3 体系与合金连接体 Cr挥发和阴极毒化造成电堆性能严重衰减的技术瓶颈;在空气和模拟阳极气氛条件下, $(\text{Ti,Nb})_3\text{SiC}_2$ 的抗氧化与导电综合性能均明显优于合金连接体材料 Crofer22APU,满足 SOFC 连接体服役环境条件下的各项性能要求(见图 1);高温下 $(\text{Ti,Nb})_3\text{SiC}_2$ 不发生Si 的选择性氧化,易于进一步通过掺杂法综合调控其抗氧化性能和导电性能;具有更广泛的应用形式:既可直接用于连接体材料,也可用作连接体涂层材料。 $(\text{Ti,Nb})_3\text{SiC}_2$ 的基本性能见表 1。

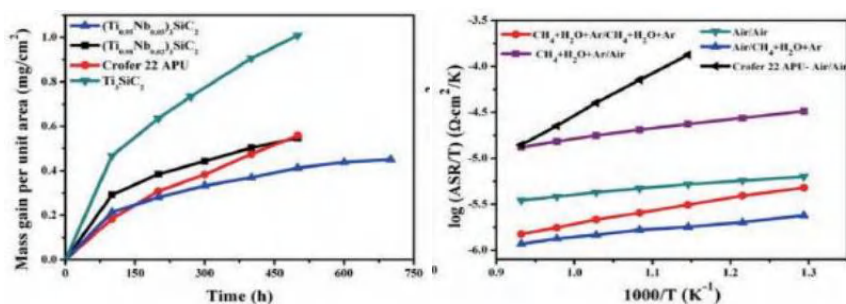


图 1.高温条件下 $(\text{Ti}_{0.95}\text{Nb}_{0.05})_3\text{SiC}_2$ 和 Crofer22 的抗氧化及导电性能比较

208 高性能纳米磷酸铁锂绿色制备

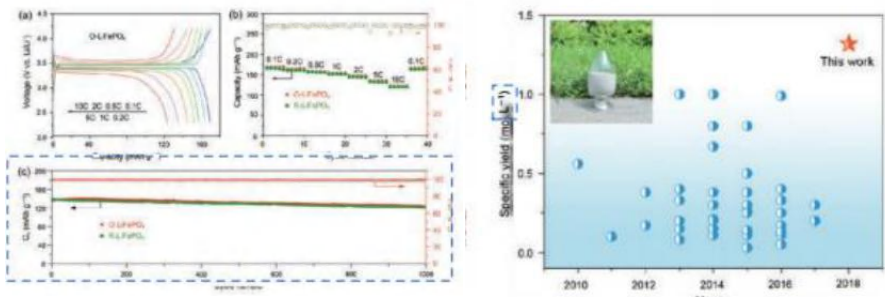
应用范围：

应用于电动汽车用锂离子电池正极材料的制备。正极材料 LiFePO_4 是决定电池性能的关键部件之一，同时具有优良的热稳定性、高可逆性和可接受的工作电压 (3.45Vvs.Li/Li)。

技术简介：

此前多采用溶剂热或水热法制备纳米 LiFePO_4 ，锂源的有效利用率不到三分之一。因此，如何采用水热法制备具有高性能的纳米 LiFePO_4 并且能循环利用锂源，不仅是实现规模化水热法制备纳米 LiFePO_4 的技术难题，也是一个重要的科学问题。

最近，在深入理解 LaMer 形核生长机制的基础上，通过减小形核窗口时间来增大形核速率，采用微波水热合成法在纯水环境中制备出纳米 LiFePO_4 。同时利用沉淀剂将滤液中最有价值的 LiOH 回收再利用。金属所率先实现了高性能纳米 LiFePO_4 在纯水环境中的绿色高效合成。



水热/溶剂热合成法制备 LiFePO_4 体积比产率的比较，插图显示了本章实验合成的 LiFePO_4 的照片
主要指标(特点)：

由该方法制备的纳米 LiFePO_4 具有非常高的产率(1.3mol/L),且表现出优良的电化学性能，在 3C 倍率下充/放电循环 1000 次后，仍能保持初始容量的88%。

209 连续单丝 SiC 纤维、B 纤维

应用范围：

本产品主要应用于航空、航天、海洋、核电等重要领域，可作为制造金属基和树脂基复合材料零件的增强体，具有高强度、高模量、低密度、耐高温、防辐射等优势。

技术简介：

针对航空发动机、飞行器、防护服等先进装备用复合材料结构件应用需求，开发了连续单丝钨芯 SiC 纤维、B 纤维系列产品，纤维性能达到国际同类型商业纤维水平，现已具备纤维小批量生产能力，纤维产能 300 万米/年。高性能单丝陶瓷纤维目前已批量用于钛基、镍基、铝基、聚合物基复合材料结构件的制造，服务国家科技重大专项、乏燃料后处理专项等重大工程。



图 1.钨芯 Sic 纤维产品



图 2.高性能连续单丝陶瓷纤维生产平台

主要指标(特点)：

1.钨芯 sic 纤维：直径 100~120 μm ,密度 3.2~3.4g/cm³,强度 3500~4000MPa,弹性模量 350~400GPa,使用温度 23~1000°C;

2.钨芯 B 纤维：直径~50 μm ,密度~3.6g/cm³,强度 3000~3500MPa,可缠绕直径 $\geq 10\text{mm}$,具有中子、 γ 射线双防护功能。

210 耐高温耐腐蚀流体分布/过滤材料

——多孔碳化硅材料

应用范围：

基于碳化硅所具备的耐高温、耐腐蚀、抗热震等优良本征特性，精细孔结构调控的多孔碳化硅材料可满足高温流体分布、高温流体过滤、腐蚀性服役环境下的流体分布与过滤等过程对核心材料在精细流体调控与长寿命方面的性能需求，应用于高温气固分离、真空蒸发源过滤、催化反应、热交换等领域。

技术简介：

金属所研发的多孔碳化硅材料跨尺度结构调控技术，通过多级孔隙协同构建策略，实现毫米级至亚微米级三维连续孔结构的精准调控，并突破大尺寸异形构件的成型制备瓶颈。该技术通过孔隙梯度分布与多级孔耦合设计，显著优化材料对流体流动的调控能力，目前已完成中试放大，进入首件工程验证阶段，为化工催化、高温过滤等领域提供新型多孔陶瓷解决方案。

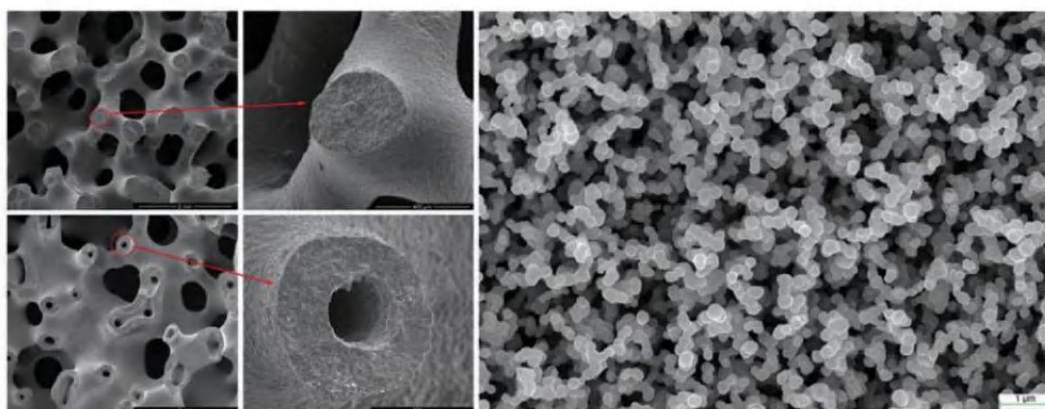


图 1.毫米微米级三维连续孔结构多孔碳化硅材料 图 2.亚微米级三维连续孔结构多孔碳化硅材料

211 高强度高孔隙率硅基型芯

应用范围:

拥有先进的陶瓷型芯生产技术,生产的陶瓷型芯质量稳定,在叶片等铸件上的使用性能已优于同类产品,在先进发动机用涡轮叶片的生产上得到了应用。

技术简介:

在航空工业用于空心叶片的铸造,还应用于重型燃气轮机空心叶片、船舶用大推力发动机空心叶片、内燃机增压器涡轮、钛合金机匣、大型薄壁铝合金铸件、高精度泵体、化工用叶轮、不锈钢轴承座、铸铝导向器及高尔夫球头等产品的无余量精密铸造。陶瓷型芯还应用于碳钢和不锈钢铸件内深孔、盲孔的形成。

主要指标(特点):

- 1.型芯质量稳定,合格率超过 90%;
- 2.承温能力可达到 1600°C,并且在该温度条件下可保持 2 小时内不发生形变;
- 3.具有良好的化学溶出性能,铸件内型芯在 72 小时内可以脱除,残余量小;
- 4.掌握了型芯热膨胀的控制技术,并制备出双层壁的陶瓷型芯。

电压转换和应力-电阻响应的协同感知。该材料通过热-力耦合物理机制解耦，简化传感器结构设计并降低制造成本，为可穿戴电子、智能机器人等领域提供多功能集成化传感解决方案。

基于该材料设计制备出了一种 3D 螺旋结构单通道双参数温度-压力传感器。该传感器利用特殊构造的 3D 螺旋结构首次实现了器件面外方向的温度传感；同时，利用碲化铋基合金材料的优异压阻效应，实现了高分辨率的压力传感功能。所制备的传感器，其表现出良好的温度-压力传感性能，优于目前已有文献报道的同类型传感器。该工作为利用碲化铋基热电合金实现材料多功能设计和集成开辟新的研究思路和应用前景。该技术目前处于实验室开发阶段。

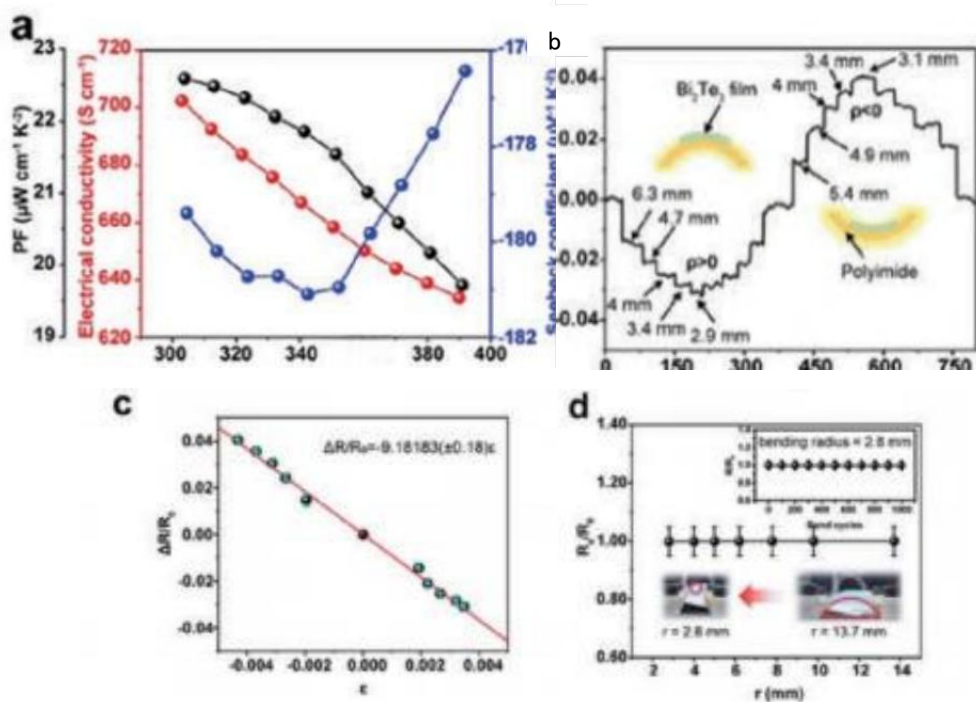


图 1.设计制备的 Bi₂Te₃/P薄膜热电、压阻及柔性性能测试结果

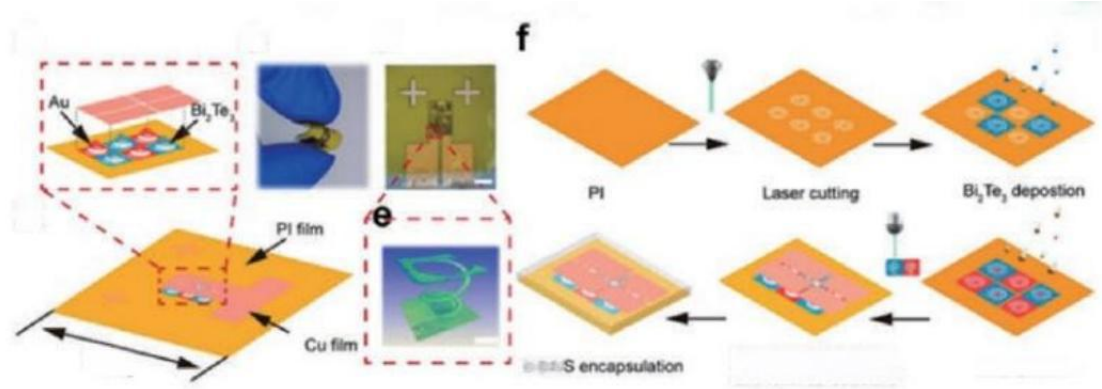


图 2.柔性 3D 螺旋结构温度-压力传感器示意图及制备流程图

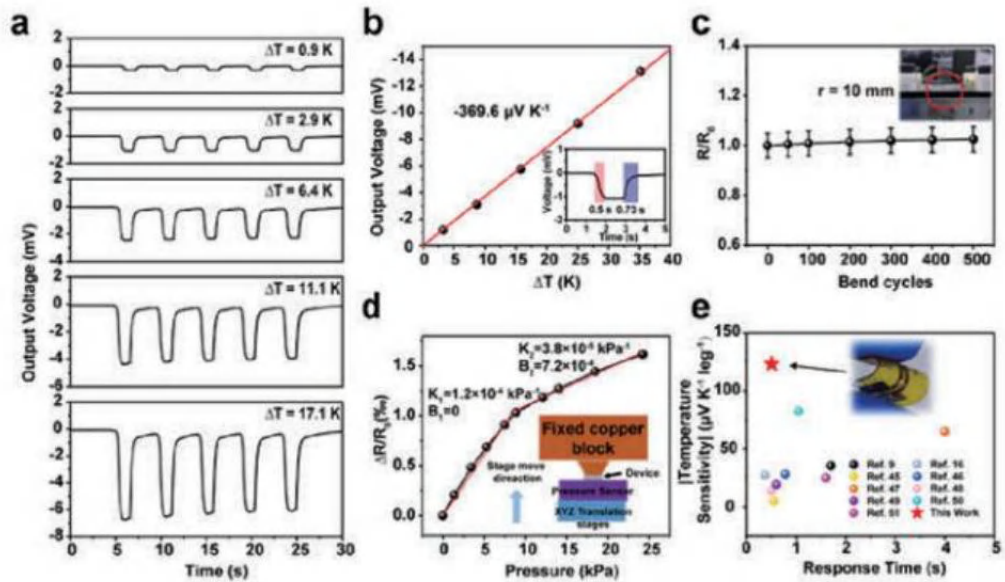


图 3.传感器温度-压力传感性能及柔性性能测试

主要指标(特点):

温度传感灵敏度达到 $123.2 \mu V K^{-1} \log^{-1}$, 0-10 kPa 下压力传感灵敏度达到 $1.2 \times 10^4 kPa^{-1}$ 。

212 二氧化碳储能技术

■ 所属单位

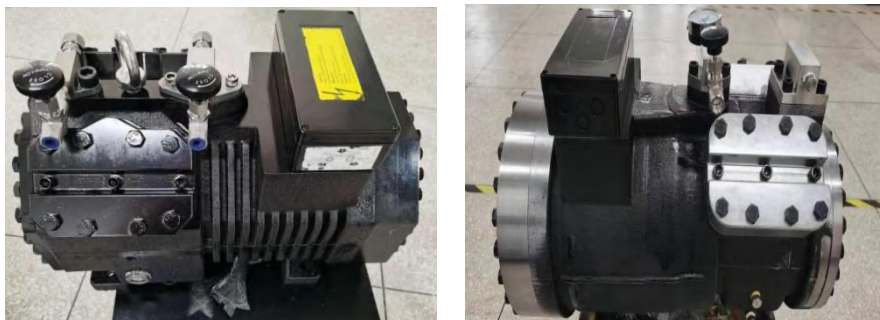
中国科学院理化技术研究所

■ 成果简介

由于临界温度较低，以二氧化碳作为工质的制冷/热泵系统往往采用跨临界蒸汽压缩循环。与普通工质不同，受制于跨临界二氧化碳压缩机吸排气口的高压差带来的高泄露影响，目前能够开展实际应用的压缩机主要集中在往复式活塞压缩机。往复式活塞压缩机应用范围涵盖低温冷链、汽车空调、热泵及石油驱采回注等行业。

中国科学院理化技术研究所科研团队致力于为自然工质热泵、制冷机及工业余热回收领域提供核心元件，团队研制的活塞式跨临界二氧化碳压缩机具有压差大、功率范围广、应用扩展灵活等特点，能够很好地满足工质替代的需求。首次明确了亚/超临界转化过程中二氧化碳与润滑油的溶解析出机理，解决了阀片液击问题；首次提出了全域冷却方案，解决了电机热耗问题；基于气动力学做流场优化，气阀的回流量降低90%。

■ 成果展示



活塞式二氧化碳压缩机样机

213 绿色低碳冷拌冷铺沥青混合料关键技术 及应用示范

■ 所属单位

中国科学院过程工程研究所、郑州中科新兴产业技术研究院

■ 成果简介

针对冷拌冷铺沥青混合料固化可控性和路用性能提升难的技术问题，项目组开发了活性降粘与常温诱导可控固化双效技术，建成了冷拌冷铺沥青混合料万吨级工程示范装置，完成了连续化、低成本工程放大制备。目前，研究成果应用于河南省多条高速公路、市政道路及园区道路等路面养护和铺装工程，服务范围覆盖全国 20 余个省市。冷拌冷铺沥青混合料较热拌热铺能耗降低 70%、VOCs 减排 93%，且综合路用性能优良，成本与热拌热铺相当，具有显著的社会和经济效益。

■ 成果展示



图1 降粘与固化双效技术

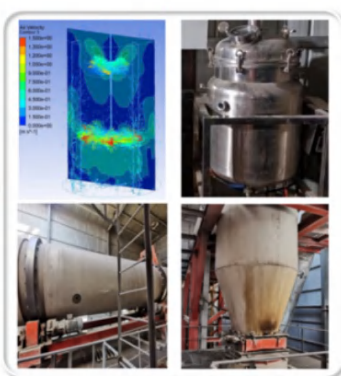


图2 示范装置



图3 示范应用

214 高性能聚合物泡沫材料制备技术

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

项目团队专注聚合物泡沫材料制备技术开发 20 余年，拥有多项高成熟度的高性能、轻质、高强聚合物泡沫材料制备技术。

随着新能源汽车、低空飞行器、机器人、航空航天等应用场景期望使用高强且质轻的材料以满足其减重的要求出现，沙比克、杜邦等国外公司相继推出工程塑料泡沫材料产品，足见国外对这些市场的重视和布局。本项目团队开发的 PC、PPO、PPS 等工程塑料，具有阻燃、介电、耐热、低毒、耐候等多方面性能优点，可满足不同领域的使用要求。

■ 成果展示



聚合物泡沫

215 预防非洲猪瘟“黄芪甘草汤-牛至”的 研发及应用

■ 所属单位

中国科学院近代物理研究所

■ 成果简介

兽药产业每年在我国生产产值为 500 亿元，其虽然不是一个大的产业，但由于其与我们的每个人及家庭息息相关，它的使用直接关系食品的安全。多年来我们科研团队一直从事中兽药的研究，目前已经成为中国科学院、中国农业科学院创新团队，引领我国中兽药研究。以上药物目前已经在各大药业产出，取得了较大的社会效益。如抗病毒新兽药“金丝桃素”，现在已经成为我国复方兽药的一个重要成分，大概每年有 300 余家药厂生产的中兽药有其成分，每年涉及产值近亿元，为防治我国重大动物疫病的发生起了重要作用，产生重大的社会效益。

我国目前奶牛约 500 多万头，年产值约 20 多亿。但奶牛产科疾病一直是制约我国奶业发展的制约因素，长期以来一直使用大量抗生素，使其耐药菌株大量产生，治疗效果越来越不好，且由于抗生素的残留，严重威胁奶制品的安全，故研发并生产中兽药治疗奶牛产科疾病有重要的意义。

在我国大部分西部草原，放牧牛羊约 1000 多万只，产值 100 亿。由于过度的放牧及干旱影响，形成了草场的退化，而毒草的比例越来越高，严重威胁到放牧的安全，通过使用中药预防丸的投放及应用，将给放牧羊提供安全保障，有重大的社会效益。

■ 成果展示



经中央引导地方项目和自治区自然基金的支撑，我们与中国科学院近代物理研究所&中国农业科学院兰州畜牧与兽药研究所梁剑平研究员合作，给经常母羊免疫双羔素疫苗，双羔率显著增加。

绵羊双胞胎苗的人工化学合成及应用，1996年获甘肃省科技进步一等奖，国家科技进步三等奖。



216 智能机器人系统平台

■ 所属单位

洛阳中科信息产业研究院

■ 成果简介

智能机器人系统平台Robovision面向工业领域，旨在满足工业场景下机器人在复杂、未知或动态环境中的实时、精准作业需求。该平台集成三维感知传感器、数据分析和处理算法平台以及机器人行为规划技术三大模块，通过高精度的三维视觉传感器获取三维空间的信息，然后利用视觉算法模块对获取的信息进行处理和分析，最终将结果反馈给机器人控制系统，引导机器人完成各种作业任务。平台采用模块化设计，内置丰富的视觉算法插件，同时能够兼容第三方视觉传感器和机器人品牌，从而实现不同应用场景的智能机器人工作站的快速开发、部署、维护和升级。

技术优势：自研高精度三维成像传感器，可根据需求定制化修改；自定义可视化软件界面，满足项目功能要求；深度学习与传统算法结合，RGB与3D信息结合，适配更多应用场景；智能轨迹规划，自动计算最优路径，内置异常处理机制。

应用领域：智能焊接、智能打磨、智能涂胶、智能码垛、无序抓取、能上下料。

■ 成果展示

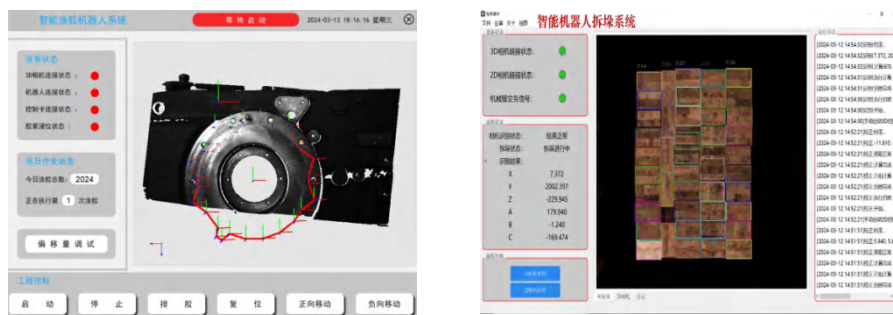


图1 基于Robovision 智能机器人系统平台开发的场景应用



图2 定制化高精度三维视觉传感器

217 农机作业监控终端

■ 所属单位

洛阳中科信息产业研究院

■ 成果简介

自研的农机作业监控终端提供了高度整合的田间作业监控管理功能，包含多种内置自研算法传感器，具备RTK高精度定位能力。能够精确感知耕深、作业速度和位置等信息，通过无线通讯技术将数据上传至农机综合管理平台，为深松作业质量、农机作业计亩等评价提供量化依据，可大幅提升农机作业管理信息化水平，为智慧农业提供全时空监控能力。目前合作产品已通过3C认证，并进入广西壮族自治区农机补贴名录。

技术优势：ARM Cortex内核处理器+大容量存储，运行速度快；支持GPS、BDS、Galileo、QZSS和SBAS多星座多频点定位，首次定位时间短；支持RTK高精度定位，提高轨迹和面积监测精度；支持前后多路摄像头，能够对车辆前后大范围进行广角监测。

应用领域：拖拉机、收获机等作物主要作业环节的农机装备。

■ 成果展示





农机作业监控终端

218 低成本低能耗纳米磷酸铁锂制备技术

■ 所属单位

中国科学院山西煤炭化学研究所

■ 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℃下放电时，容量可达 158 毫安时/克；在 1℃下放电时，容量可达 148 毫安时/克，此外，在 1℃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，达到或超过同类产品水平；
- 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。

■ 成果展示

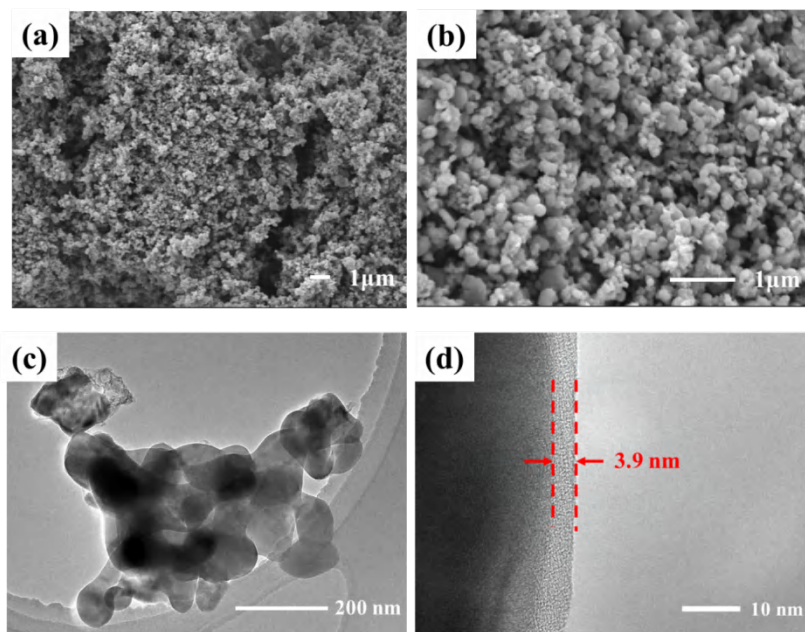


图1 低成本纳米磷酸铁锂微观形貌图

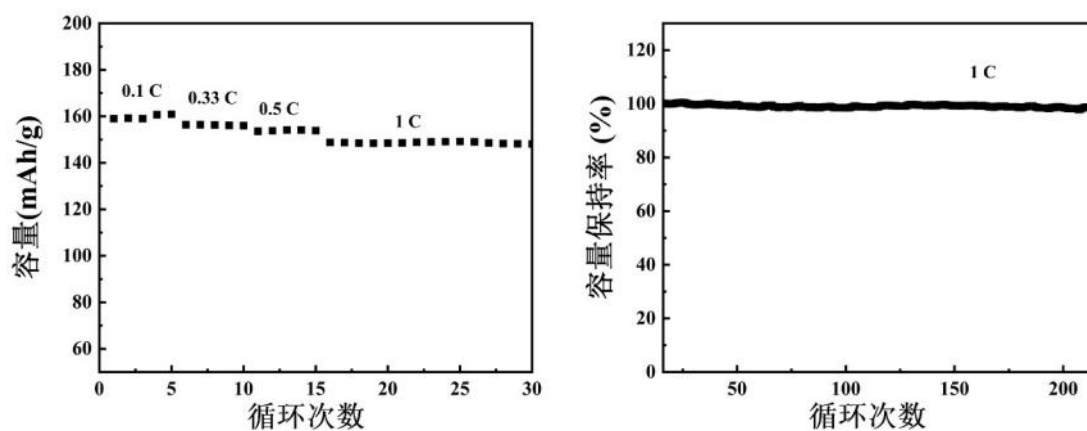


图 2 容量、循环稳定性测试图

219 智能立体冷库

■ 所属单位

中科谱光（郑州）应用科学技术研究院

■ 成果简介

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于数十个项目。

核心技术：

- 1.国际领先恒温恒湿技术相较于传统冷库温差波动大的缺点，智能冷库温差可控制在 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 内，同时冷藏空间湿度恒定到约90%，并且无温度分层。远超过国内冷库恒温标准规定 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 温差，力压国际领先国家日本的最高 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 温差；
- 2.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；
- 3.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 CO_2 制冷技术无需氨、氟利昂，做到了安全、环保、无污染。

■ 成果展示



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

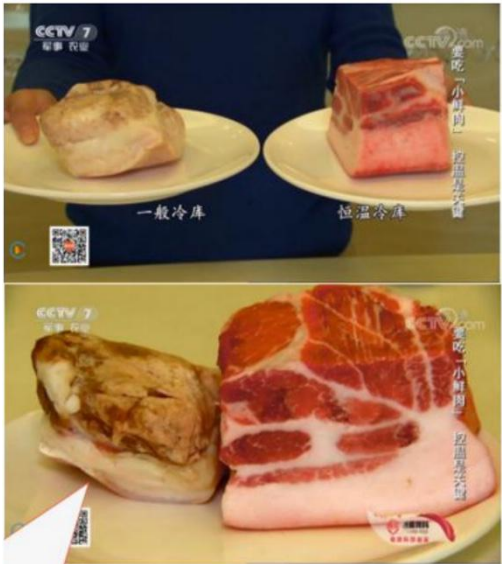


图3 一般冷库与智能冷库存放一年半的猪肉对比（央视报道）

220 高光谱文物修复

■ 所属单位

中科谱光（郑州）应用科学技术研究院

■ 成果简介

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地结合起来，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。

项目优势：

- 1.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；
- 2.国内首套摆扫式地面成像光谱仪；
- 3.世界上最大的文物检测高光谱扫描成像系统；
- 4.故宫博物院文物修复重点项目。

■ 成果展示

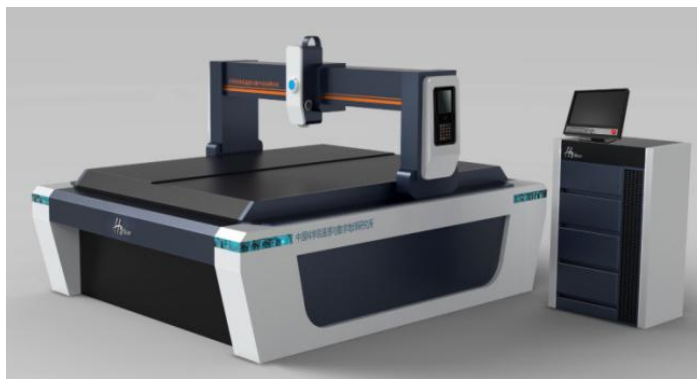


图1 文物高光谱成像自动扫描系统

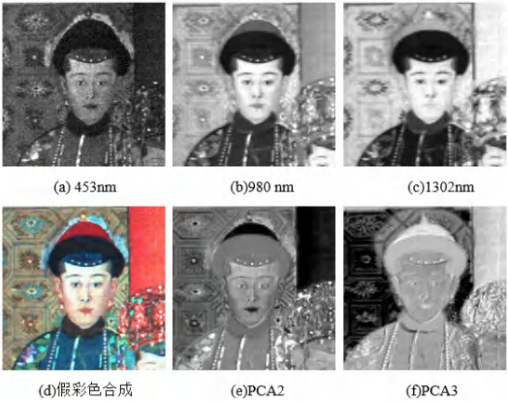


图 2 利用光谱成像技术提取古画隐藏信息结果图

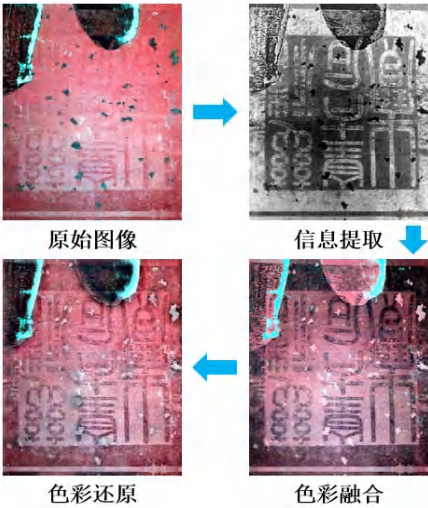


图3 古字画印章提取结果

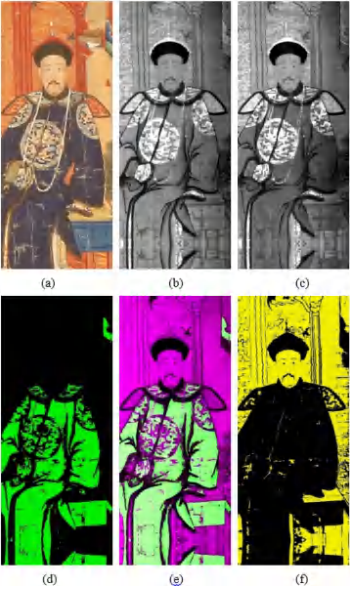


图4 衣服颜料（石青）及背景的光谱角技术提取结果

221 智慧尿康机

■ 所属单位

中国科学院合肥物质科学研究院

■ 成果简介

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。

■ 成果展示



产品及用户落地场景

222 无人值守智能巡检系统

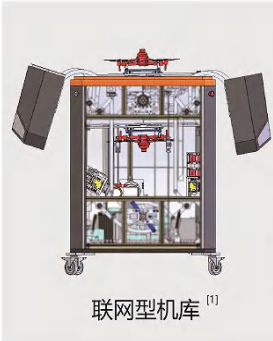
■ 所属单位

中国科学院合肥物质科学研究院

■ 成果简介

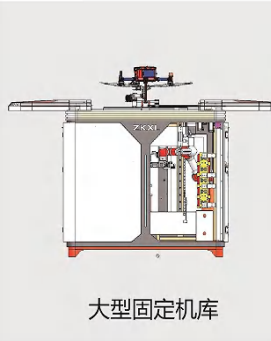
- 快速换电：机器人2分钟完成换电；
- 无人值守：平台远程操控一键起飞；
- 全自动飞行：自动飞行算法深度结合；
- 安全可靠：过千次耐久试验；
- 端边云协同：自适应选择模块协同工作；
- 智能识别：前端自动识别缺陷。

■ 成果展示



MC600-H微型换电版机巢
产品尺寸及基本参数
外形尺寸： 1000x1000X1400mm
重 量： 220Kg
作业方式： 机器人自动换电
适配机型： 御3行业系列等无人机
特 点： 一巢双机

联网型机巢^[1]



睿巢900固定式智能机巢
产品尺寸及基本参数
外形尺寸： 1600x1600X1600mm
重 量： 600Kg
作业方式： 机器人自动换电
适配机型： DJI M300/M350/M30等无人机

大型固定机库



Mini100小型充电版机巢
产品尺寸及基本参数
外形尺寸： 670x625X335mm
重 量： 26Kg
作业方式： 自动充电
适配机型： 御3行业系列等无人机

小型Mini机库



CC300车载式移动机巢
产品尺寸及基本参数
外形尺寸： 1800x1050X450mm
重 量： 200Kg
作业方式： 机器人自动换电
适配机型： 御3行业系列等无人机

车载移动机库

图1 机巢产品介绍

依托无人化自动化智能化机库，开展无人机输配变一体化巡检。无人机自动巡检，数据自动获取、自动处理、自动分析，输出巡检报告。

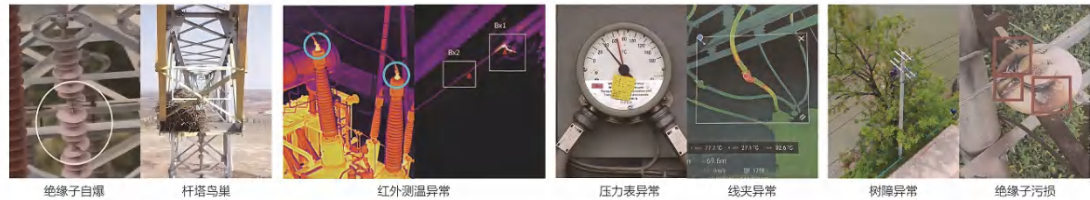


图2 输变电一体化巡检解决方案

通过无人机拍摄可见光或者红外照片，准确识别定位组件缺陷

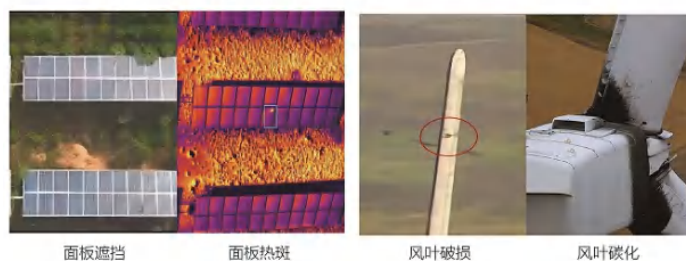


图3 清洁能源巡检应用解决方案

通过无人机携带双光相机和多光谱相机，对农业和林业领域进行无人机自动巡检。



图4 智慧农林巡检应用解决方案

通过无人机拍摄可见光或者红外照片，及时发现并解决水利存在的问题

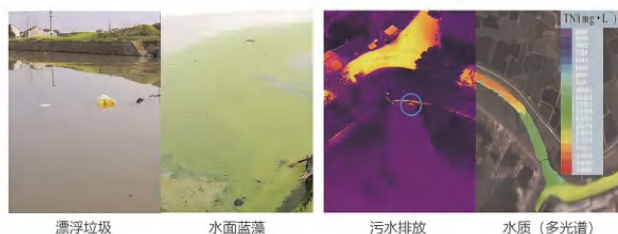


图5 智慧水利巡检应用解决方案

指挥疏导交通，查纠交通违法，开展应急处置。



图6 智慧城市巡检应用解决方案

223 高附加值碳材料

■ 所属单位

中国科学院上海光学精密机械研究所

■ 成果简介

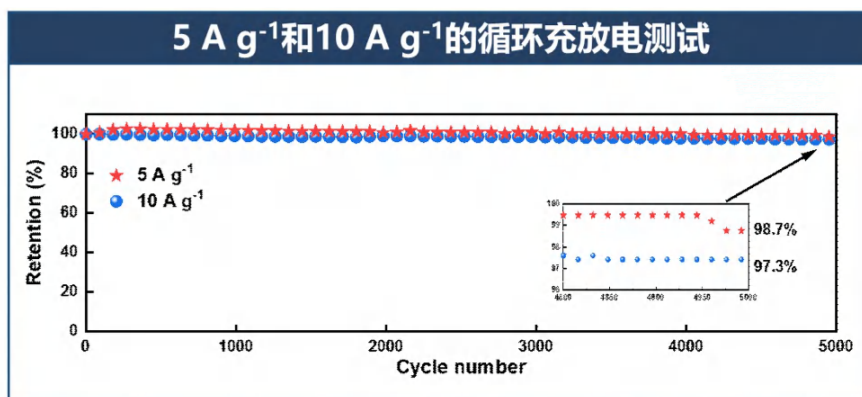
该项目属新材料和可再生能源领域，致力为汽车、储能电站用的锂离子电池、钠离子电池和超级电容器提供更高性能的电极材料，服务于国家清洁能源和“碳达峰、碳中和”战略。该项目针对当前储能与碳材料制备成本高昂、高端碳材料大量依赖进口、储能性能欠佳等挑战问题，与英国牛津大学等单位合作，采用钨钼矿、生物质和石化废料等低成本原料材料，结合碳材料激光化学转化、孔结构精准调控和低成本宏量制备等先进技术，开发出具有高电导率、高比表面积和高电化学活性的新型高附加值储能用碳材料，用于超级电容器、锂离子电池和钠离子电池。

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。

■ 成果展示



图1 高附加值碳材料照片



- 5和10 A g⁻¹电流密度下的循环充电和放电。经过5000次循环后，电容保持率分别高达98.7%和97.3%
- 电流密度为1 A g⁻¹，能量密度为18.0 Wh Kg⁻¹，功率密度为799.51 W Kg⁻¹；电流密度为10 A g⁻¹，能量密度为13.09 Wh Kg⁻¹，功率密度为7986.44 W Kg⁻¹

图2 高附加值材料电化学储能特性曲线和数据

224 离子液体法含氯挥发性有机物 净化回收新技术

■ 所属单位

郑州中科新兴产业技术研究院

■ 成果简介

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 Cl-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 Cl-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 Nm³/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 Nm³/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 Cl-VOCs 高效回收，回收率 > 99.9%，回收 Cl-VOCs 纯度 > 99.7%，经处理后有机废气中 Cl-VOCs 浓度 < 30 mg/Nm³，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。

■ 成果展示



图1 1Nm³/h离子液体发生含氯VOCs吸收降膜解吸连续
评价装置



图2 40万Nm³/h离子液体法含氯VOCs净化回收侧线装置

225 合成氨循环气氨分离回收低碳关键技术

■ 所属单位

郑州中科新兴产业技术研究院

■ 成果简介

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 $15\text{Nm}^3/\text{h}$ 高压氨分离连续评价装置并稳定运行，实现循环气 NH_3 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。

■ 成果展示

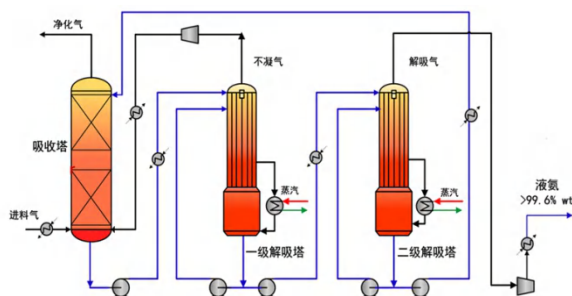


图1 离子液体法循环气高压氨回收低碳工艺



图2 $15\text{Nm}^3/\text{h}$ 高压氨分离连续评价装置

226 生物基高性能尼龙5X的合成及 规模制备技术

■ 所属单位

郑州中科新兴产业技术研究院

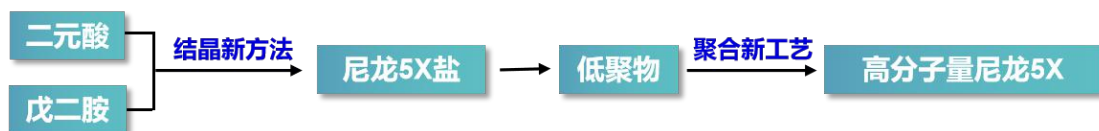
■ 成果简介

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56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。

■ 成果展示



尼龙5X制备路线及产品展示

227 高纯纳米氧化铈制备技术

■ 所属单位

中国科学院赣江创新研究院

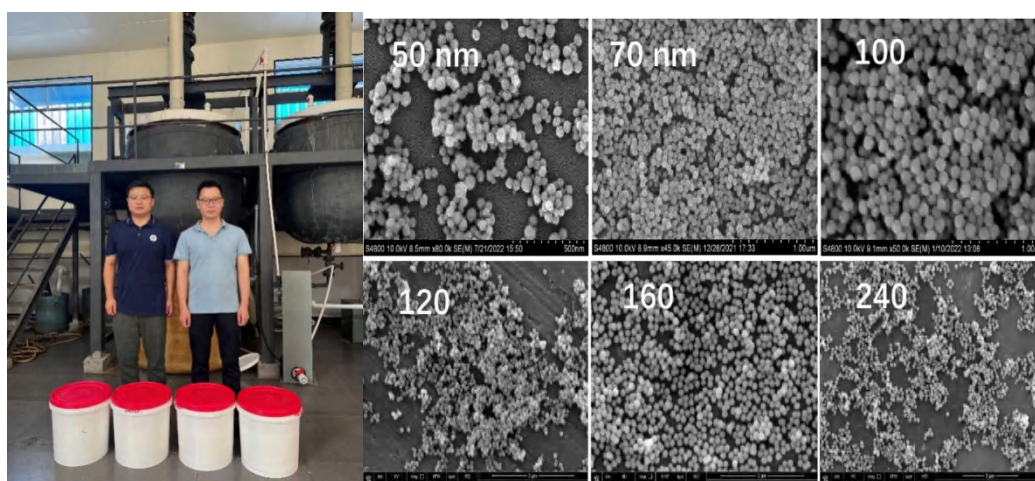
■ 成果简介

本成果实现了超高纯纳米氧化铈的百公斤级批量制备，突破了高倍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50~240nm可控。

■ 成果展示



超高纯纳米氧化铈

228 批量热浸镀锌稀土改性工艺控制新技术

■ 所属单位

中国科学院赣江创新研究院

■ 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、电力铁塔、通信铁塔、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、京津冀鲁环渤海湾经济带、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应用，产生了显著的经济、环保及社会效益。

■ 成果展示

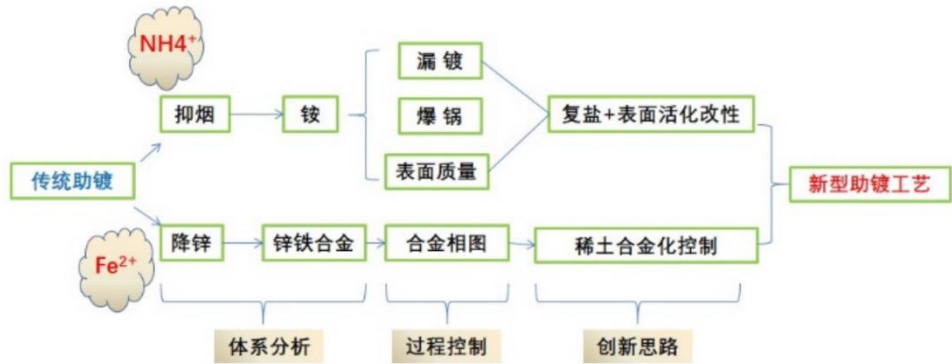


图 1 热浸镀锌新型助镀工艺方案



图 2 技术实施现场

229 基于微流控芯片的大肠杆菌检测仪器

■ 所属单位

中国科学院上海微系统与信息技术研究所

■ 成果简介

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 O157: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%。

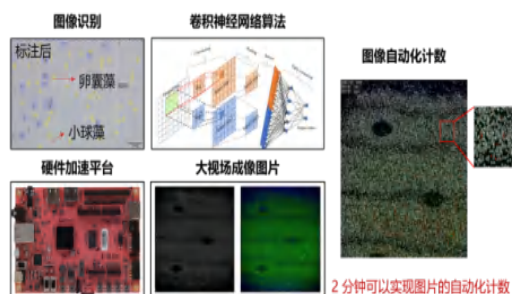
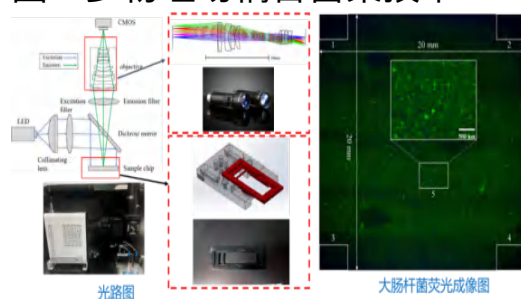
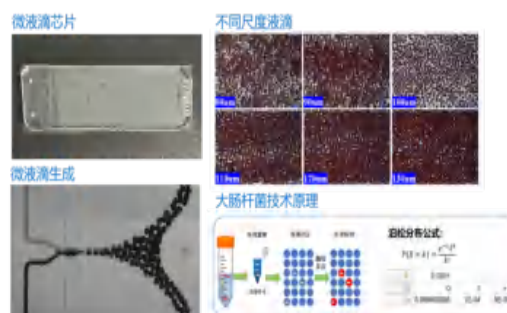
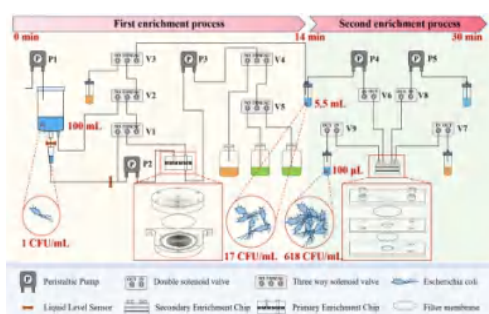
微流控芯片技术：液滴微流控芯片可以产生高通量的微米级液滴，该装置使用可提供持续稳定压力的恒压泵驱动样品和油相。通过改变泵的压力来调节液滴大小和液滴通量，可以获得直径为 80-150 μm 的液滴。根据约 10000 个液滴的直径统计，液滴的平均直径为 99.4 μm ，标准偏差为 0.8。也就是说，变异系数（标准偏差与平均值之比）为 2.85%，表明液滴直径的均匀性良好。

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（17.8mm $\times$ 17.8mm）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。

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。

■ 成果展示



230 单芯片三轴一体高频响MEMS陀螺仪及其产业化技术

■ 所属单位

中国科学院上海微系统与信息技术研究所

■ 成果简介

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。

■ 成果展示

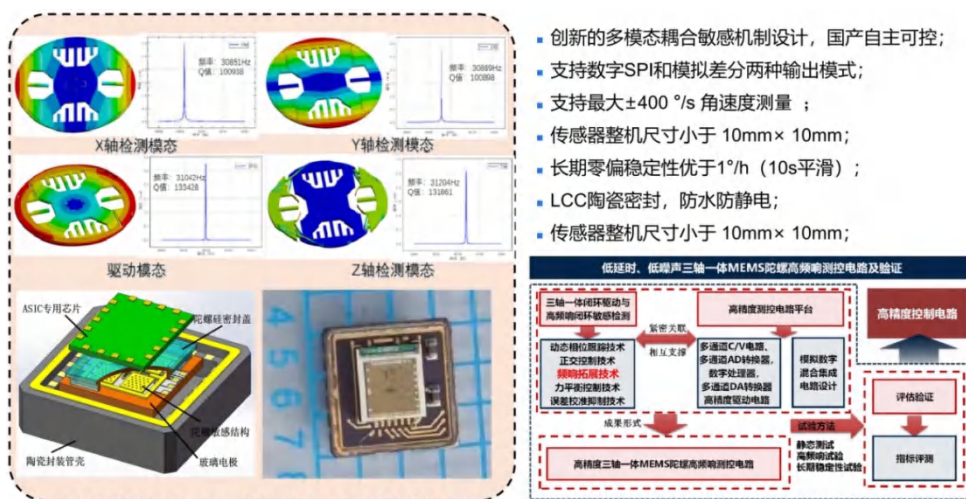
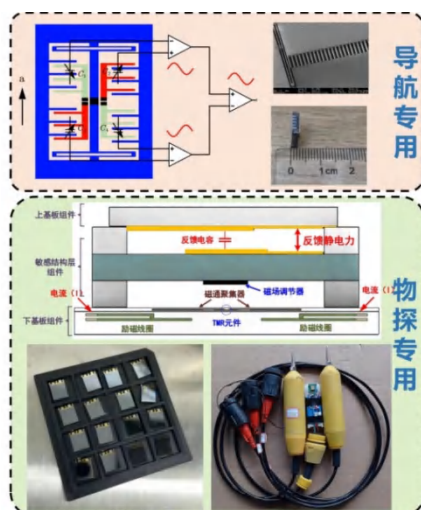


图1 高频响低延时三轴MEMS陀螺仪



- 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 $50 \sim 100ng/rtHz$;
- 同步支持 >64 道(只)检波点布设;
- 频宽高达 $300Hz$ (优于传统动圈SN5A-5Pro) ;
- 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;

图2 惯性导航和物探专用MEMS加速度计

231 低功耗ADC和DAC芯片

■ 所属单位

郑州中科集成电路与系统应用研究院

■ 成果简介

ZYAD14025是一款工作电压为3.3V，转换速率最高为 40Msps的单芯片单通道14Bit模拟数字信号转换器，具有内置的高性能前端采样保持放大器（SHA）以及参考电压源，支持包括差分模拟信号输入与单端模拟信号输入的应用场景，可国产替代（美国ADI半导体）AD9245，主要应用在医疗成像设备、通信接收机中的中频采样、频谱分析仪器、电池供电设备等领域。芯片尺寸：5mm×5mm

ZYDA14210是一款具有宽带输出，分辨率达14位的低功耗数模转换器。包括电流源阵列、分段选通开关，边缘触发输入锁存器、1.2V的带隙基准等电路模块，在210MSPS的转换速率下可以提供优秀的AC和DC性能，支持单端或者差分LVDS时钟输入，可国产替代（美国ADI半导体）AD9744，主要应用在宽带通信发送通道、直接中频、基站、数字射频链路、数字直接频率合成等领域。芯片尺寸：5mm×5mm

■ 成果展示



ZYDA系列芯片

232 多功能相控阵芯片

■ 所属单位

郑州中科集成电路与系统应用研究院

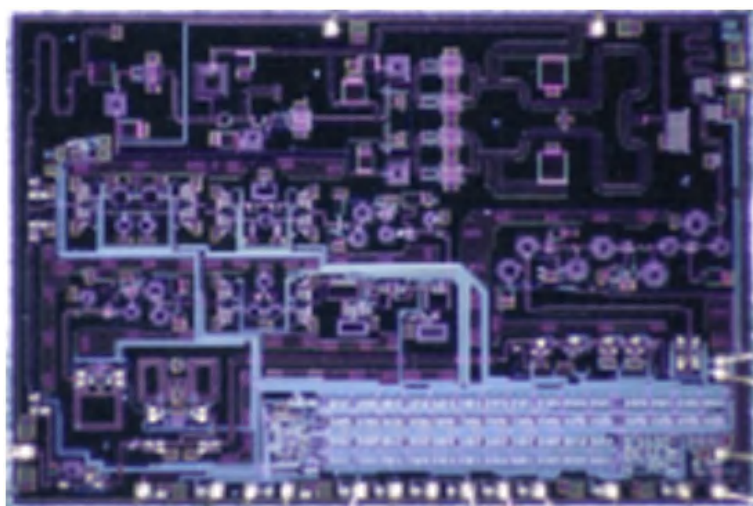
■ 成果简介

本产品是一款集功率放大器、低噪声放大器、宽带开关、数控衰减器、数控移相器、数控延时器及驱动电路的收发一体化多功能芯片，使用国产自主可控的GaAs pHEMT工艺制造而成，工作频段为X波段，支持多频点大带宽、收发快速切换。

主要应用在相控阵雷达、卫星通信、移动通信、航空航天等领域，用于无线通信、目标探测、跟踪、成像等，具有高精度、高速率、低功耗、高集成度等优点。

芯片尺寸：5mm×5mm

■ 成果展示



芯片内部结构图

233 数字隔离器

■ 所属单位

郑州中科集成电路与系统应用研究院

■ 成果简介

数字隔离器是一种用于在电气上隔离不同电路之间数字信号的传输设备，其通过电磁方式实现信号传递，同时确保两个电路之间没有直接的电气连接，从而提供电气隔离，可广泛应用于工业自动化、医疗设备、汽车电子、通信设备和电力系统等领域，尤其是需要高安全性和高可靠性的场合。

主要作用：电气隔离：能够有效隔离高电压和低电压电路，保护低电压电路免受高电压电路的干扰和损坏；噪声抑制：可以减少电磁干扰（EMI）和射频干扰（RFI），提高信号的完整性和可靠性；安全性：在高压应用中，可防止高电压对低电压造成的安全隐患，保护设备和人员安全；信号传输：可以在不同电源域之间传输数字信号，确保数据的准确传递，常用于数据采集、控制系统和通信接口等场合；提高系统可靠性：通过隔离不同部分，可以提高整个系统的可靠性，减少故障传播风险。

指标特性：隔离栅寿命>40年；

优异EMI特性；

宽电源电压范围：2.5V~5.5V；

高CMTI：200kV/us；

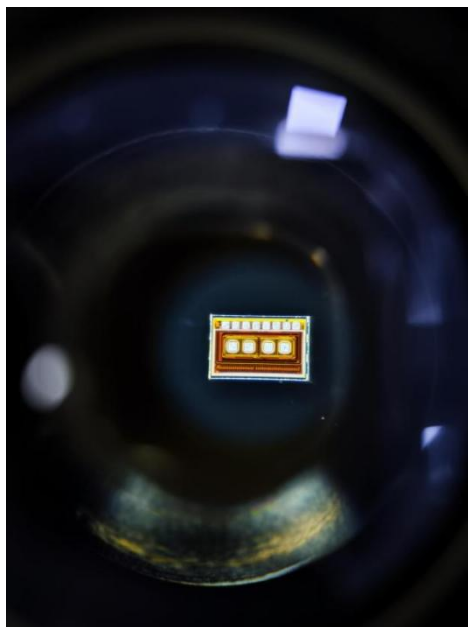
隔离电压：>5kVRMS；

低传输延迟：<15ns；

斯密特触发器输入；

宽温度范围：-55°C~125°C。

■ 成果展示



数字隔离器

234 AI智能巡视系统

■ 所属单位

郑州中科集成电路与系统应用研究院

■ 成果简介

系统已在电力、水务、油气、矿山等多个行业进行推广，主要采用“AI+机器人+摄像头+无人机+传感在线检测”的综合全方位智能解决方案，结合人体检测、着装识别检测、行为识别检测、环境及其它检测等多种算法模型，实现不同作业现场下人员管控智能化、作业管控可视化、设备监测全面化、环境感知数字化。满足多行业、多场景智能化提升数字化转型的需求，提质增效，推动企业运维数字化转型和高质量发展，助力企业智能化管理体系建设。

系统应用场景：叶片巡检、升压站巡检、线路巡检、煤矿应用、智慧工地等。

■ 成果展示



系统框架图

235 无人机反制设备系列产品

■ 所属单位

郑州中科集成电路与系统应用研究院

■ 成果简介

无人机反制设备系列产品包括无人机干扰枪、便携式侦测打击一体化设备、手持侦测测向设备、固定式侦测打击一体化设备、便携式无人机协议解析定位设备、无人机导航诱骗设备等。设备融合频谱感知、人工智能和无线电侦测干扰技术，具备侦测、反制、测向、显控、供电和联网功能，可有效侦测、识别、反制、打击、诱骗各类“黑飞”无人机。

■ 成果展示



图 1 便携式无人机协议解析定位设备 图 2 固定式侦测打击一体化设备



图 3 手持式无人机侦测测向设备 图 4 便携式侦测打击一体化设备

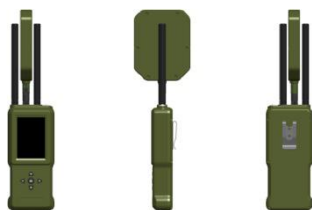


图 5 手持式无人机侦测测向设备

图 6 无人机导航诱骗盾

236 分布式电解水制氢设备

■ 所属单位

国家纳米科学中心

■ 成果简介

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50元/m²，工作电流密度可达1A/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。

■ 成果展示



非贵金属纳米电极用于分布式千瓦级电解水制氢设备

237 己内酰胺氨肟化反应器数值模拟和放大技术

■ 所属单位

中国科学院过程工程研究所

■ 成果简介

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。

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，超过行业平均水平，为企业带来巨大经济效益。

■ 成果展示

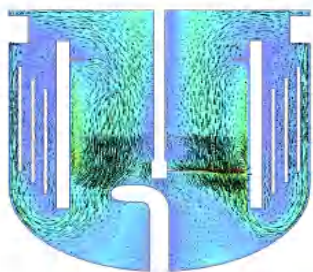


图1 原结构计算结果

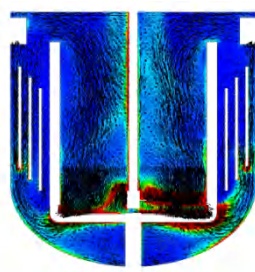


图2 新设计计算结果

238 乙烯环氧化固定床反应器数值模拟技术

■ 所属单位

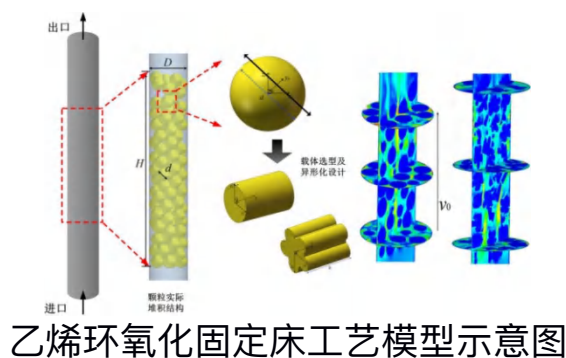
中国科学院过程工程研究所

■ 成果简介

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。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。

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。

■ 成果展示



239 离子液体法CO₂捕集新技术

■ 所属单位

中国科学院过程工程研究所

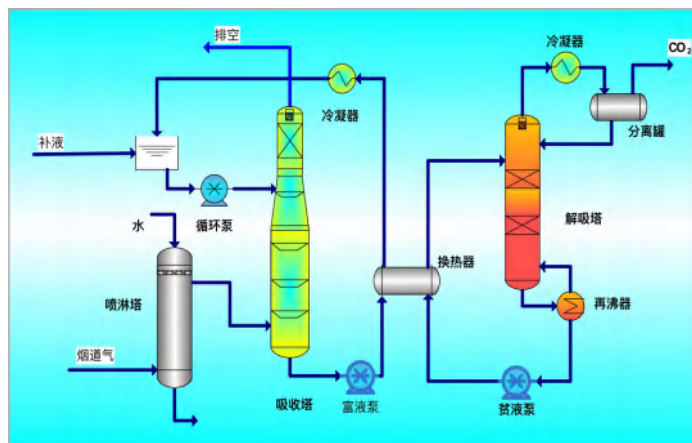
■ 成果简介

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%。

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。

■ 成果展示



CO₂捕集工艺流程图

240 混合碳四高效综合利用生产 甲基丙烯酸甲酯

■ 所属单位

中国科学院过程工程研究所

■ 成果简介

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。

技术特点：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；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；新型结构的高效反应器；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。

■ 成果展示



MMA 示范装置

241 多晶型药物结晶工艺与设备设计

■ 所属单位

中国科学院过程工程研究所

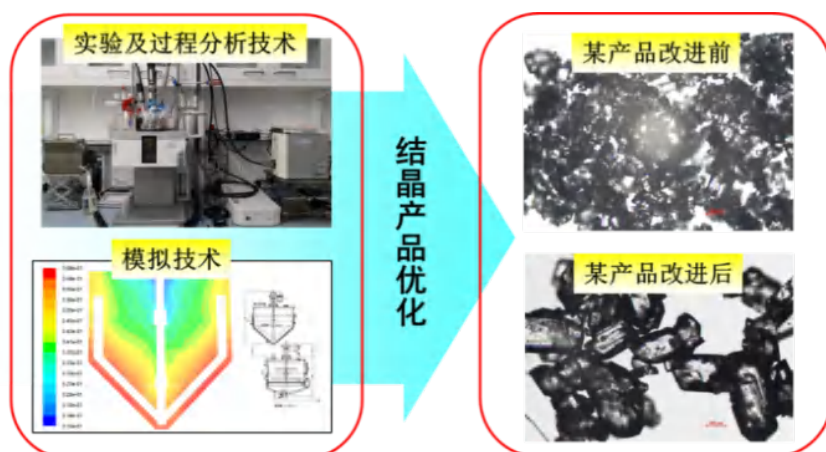
■ 成果简介

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。

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。

■ 成果展示



药物结晶过程工艺优化效果对比

242 高性能硅纳米线碳负极制备技术

■ 所属单位

中国科学院过程工程研究所

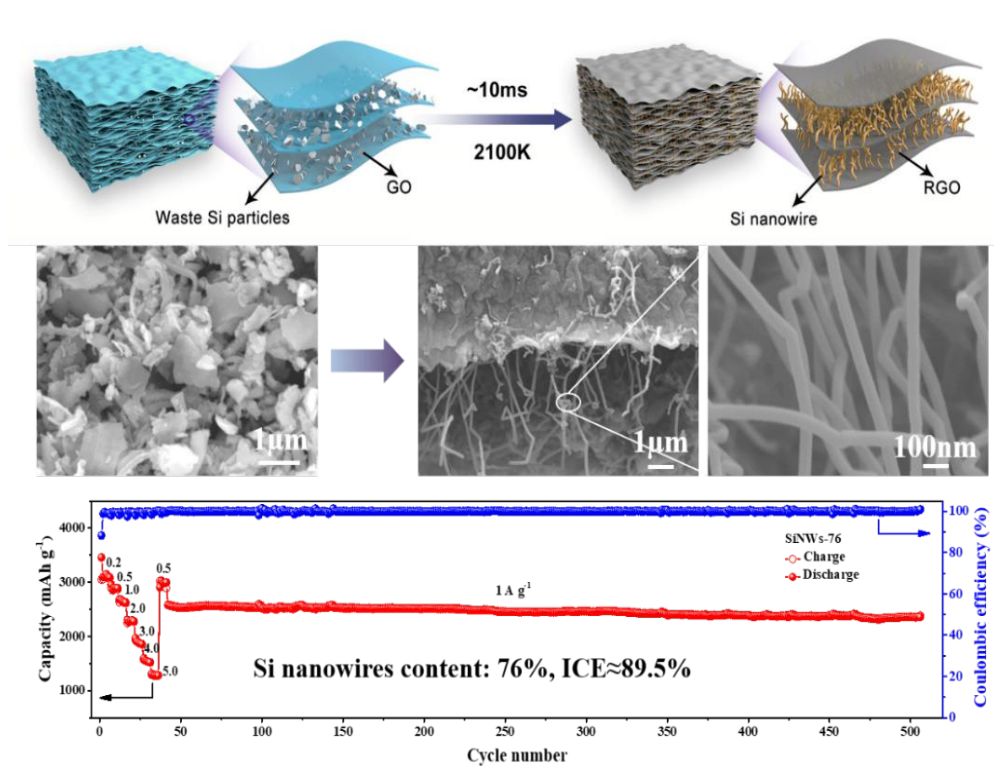
■ 成果简介

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 (-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2300mAh g⁻¹。

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2300mAh 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。

■ 成果展示



高性能硅纳米线碳负极制备工艺

243 三重四极杆质谱仪

■ 所属单位

中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

■ 成果简介

HTQ-2020高效液相色谱串联质谱检测系统，是由中国科学院苏州生物医学工程技术研究所自主研发的真正国产化液质联用三重四极杆质谱仪。

项目历时三年攻关，实现了国产三重四极杆质谱从技术创新、核心部件突破、整机产业化的三大阶段，申请了数十项国家发明专利。完成了高效离子源、三重四极杆、高压射频电源等关键核心部件的国产化，研制出具有自主知识产权的三重四极杆质谱仪。

HTQ-2020具有高灵敏度、高稳定性、高性价比的特点，具备定量能力强、灵敏度高、反应模式多等优势，可以广泛应用于生物制药、食品安全、环境检测、医学研究等领域。

■ 成果展示



三重四级杆质谱仪

244 激光共聚焦扫描显微镜

■ 所属单位

中国科学院苏州生物学工程技术研究所

■ 成果简介

激光共聚焦扫描显微镜以激光作为光源逐点激发样品内荧光，采用精密针孔滤波技术，有效抑制了非聚焦平面的杂散光，具有层析成像能力和很高的成像信噪比，广泛应用于生物学等研究领域。

在多年的共聚焦显微镜研制基础上，中科院苏州医工所推出了一款小型的多路激光激发-多路探测通道的滤光片型共聚焦显微镜。该款共聚焦显微镜共由激光器、共聚焦扫描箱、电控箱、显微镜、电脑五部分组成。该款共聚焦显微镜的激光器可根据用户需要进行激光器数量和激光中心波长的选择；共聚焦扫描箱是整个共聚焦显微镜的核心，内部包含了共聚焦成像和探测等多个模块，其体积小巧（长460mm，宽300mm），高度可调，能够与不同品牌的荧光显微镜匹配，进行共聚焦成像。

■ 成果展示



激光共聚焦显微镜

245 SIP2400全自动免疫分析仪

■ 所属单位

中国科学院苏州生物学工程技术研究所

■ 成果简介

SIP2400全自动化学发光免疫分析仪，属于临床检验体外诊断领域免疫诊断细分行业，是集光学、机械、电子学、计算机、材料、自动控制以及液路于一体的大型医疗检验设备，适用于磁性化学发光免疫分析试剂的纳米磁性直接化学发光免疫定量分析方法，实现化学发光免疫分析过程中的自动进样、自动稀释、自动清洗、自动检测、计算及报告单输出等功能。SIP2400兼容吖啶酯标记、碱磷酶标记体系，可分析高达30种180多项免疫诊断指标，满足激素、肿瘤相关抗原、感染性疾病、甲状腺功能、肝病等临床项目的定量检测。该仪器具有高灵敏度和高特异性优势，有不间断样本加载功能，有独立的急诊通道及急诊优先检查功能；具有自动稀释、自动检测、试剂连续装载、可随时更换废料和系统液等功能；采用一次性样本移液头减少交叉污染，自主开发的软件杜绝了潜在的样本粘滞；可提供最优化检测性能和最高每小时240个测试的测试通量。该仪器可广泛应用于各级医疗卫生机构、体检中心以及医学实验室开展医学研究、疾病筛选和诊断。

全自动免疫分析仪是检测肿瘤、甲状腺、肝、心脑血管、泌尿生殖系统等疾病的重要检验仪器，直接关系到大众的生命健康。该产品用于各种抗原、半抗原、抗体、激素、酶、脂肪酸、维生素和药物等的检测，也可以用于在临床和医学实验室进行体外诊断发光免疫实验。测试内容总计可达100多项，主要包括传染病，肿瘤标志物、甲状腺、性激素、心肌标志物、肝纤维化代谢、骨代谢等检测项目。

■ 成果展示



全自动化学发光免疫分析仪

246 Bio-SIM超分辨显微镜

■ 所属单位

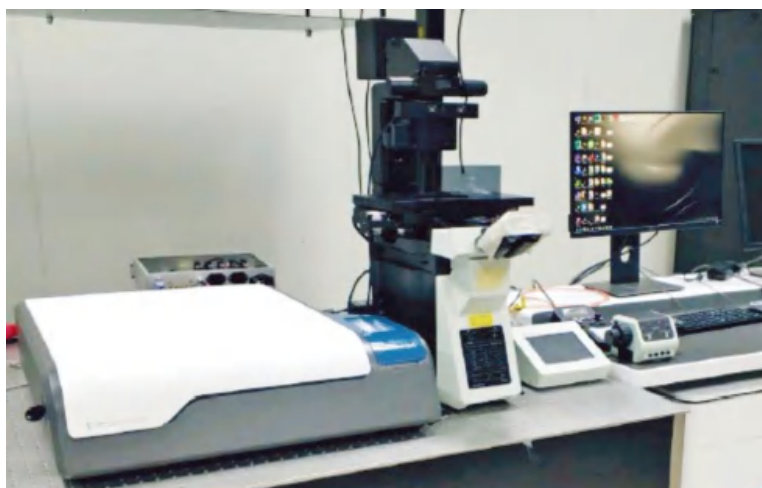
中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

■ 成果简介

Bio-SIM超分辨显微镜主要为细胞及亚细胞观测高分辨观测设计；具备普通明场成像功能，具备相差或者微分干涉（二者可选）功能以方便对透明贴壁细胞的观察；具备宽场荧光成像功能，可用目镜观察或者SCMOS相机拍照；具备电动物镜转换器和电动荧光盒块转换器；具备对选定区域的结构光照明超分辨成像功能，以实现纳米尺度的亚细胞器结构及其动态变化的观测。

Bio-SIM超分辨显微镜可用于亚细胞结构的观测，例如细胞骨架、线粒体、内质网、染色体等，以及用于在不同生化条件下其亚细胞结构动态变化从而研究相互作用。Bio-SIM可应用于细胞命运决定、细胞力学、药物毒理学、病毒感染机制、免疫学、肿瘤学等方面的研究。

■ 成果展示



Bio-SIM超分辨显微镜

247 基质辅助飞行时间核酸质谱仪

■ 所属单位

中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

■ 成果简介

本产品面对的细分市场主要为体外诊断中分子诊断市场，开发出基于MALDI-TOF 技术的核酸质谱仪器、芯片及配套试剂，定位于高通量基因位点高灵敏度和高精确度的质谱分析，同时具备多重和快速的优势，辅助医生提供个性化精准诊疗。

应用方面，本产品针对优生优育方向，重点围绕新生儿耳聋基因筛查及婴幼儿常见疾病呼吸道感染进行应用开发。产品结合高效率聚焦加速技术、时间延迟技术、精密栅网绕制技术，研制可应用于核酸专用新型离子透镜，以提高质谱检测的分辨率。相比其他分子诊断技术，基于飞行时间的核酸质谱检测技术具有高灵敏度、高准确度的多重基因位点检测技术，更适合临床多重核酸的快速、精准检测。随着临床实验室对质谱的了解和应用不断加深，未来该检测平台或可成为规范实验室不可或缺的标准装备。

■ 成果展示



基质辅助飞行时间核酸质谱仪

248 双激光流式细胞仪

■ 所属单位

中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

■ 成果简介

流式细胞仪是一种快速测量、存贮、显示悬浮在液体中的分散细胞的一系列重要生物、物理、化学方面特征参量的高端仪器。流式细胞仪一直是重要的科研分析仪器，近年开始进入临床诊断市场，具有广阔的市场前景。

本产品采用流式检测技术，对处在液体中的细胞或其他生物微粒逐个进行多参数的快速定量分析。产品创新性的应用双激光立体光束整形技术和流动室鞘液聚焦技术，同时软件上实现精密体积法绝对计数和用户软件自动实时设置分析实现系统检测准确性和智能化。与发达国家相比，我国的流式细胞仪需求量还有明显差距，但潜在市场非常广阔，其增长速度今后会大大超过发达国家。中国流式细胞仪市场尚未达到饱和，还有巨大的市场空间和盈利空间，因此本产品具有巨大的市场前景。

■ 成果展示



双激光流式细胞仪

249 数字PCR分析系统

■ 所属单位

中国科学院苏州生物医学工程技术研究所

■ 成果简介

本产品将单个DNA分子置于独立的反应室中，并对其进行PCR扩增，利用TagMan化学试剂及染料标记探针检测特定的靶序列，通过呈现两种信号类型的反应单元比例和数目进行统计学分析，实现样品的绝对定量。其检测过程主要包括两部分内容，即PCR扩增和荧光信号分析。在PCR反应前，将样品分散至几万个单元中，使每个单元中只存在单个DNA分子。PCR扩增阶段的扩增程序、扩增体系与普通PCR相同。在荧光信号分析阶段，采用终端检测，是对每个反应单元的荧光信号进行采集，然后直接计数或借用泊松统计得到样品的原始浓度或含量。

本产品摆脱了对标准曲线的依赖，具有更高灵敏度和准确度，在基因突变检测、拷贝数变异检测、微生物检测、转基因食品检测以及下一代测序等方面均得到广泛应用。

■ 成果展示



数字 PCR 分析系统

250 台式单分子免疫检测仪

■ 所属单位

中国科学院苏州生物学工程技术研究所

■ 成果简介

本产品是将免疫复合物限制在足够小的体积内，对产生的荧光信号进行绝对计数，是一种“数字化”的免疫检测技术。通过微米级免疫磁珠特异性结合靶标生物标志物，结合标志物的阳性磁珠表面荧光物质在激发光的作用下发出荧光，最后通过计数器进行绝对计数，获取检测生物标志物浓度。

本产品具有极高的灵敏度，满足绝大部分标志物检测的需求本产品可帮助研究人员测定飞克级的生物标志物，从而更深入地理解生物标志物和健康以及疾病群体的临床相关性。本产品在遵循同传统ELISA技术类似的工作原理的同时，结合了强大的数字计数，可提供最大的免疫分析性能。本产品既提高了测定灵敏度，又扩展了测定的动态范围，可实现比传统免疫分析技术更高的信噪比，可在同一个体系中同时测定极高和极低的蛋白表达水平。

■ 成果展示



台式单分子免疫检测仪

251 废旧动力电池有价元素提取

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

针对废旧动力电池回收利用，团队首次提出了利用新萃取体系从NCM523型正极材料中回收 Li、Ni、Co、Mn的完整工艺，实现了单一金属元素的分离提取，Ni、Co、Mn回收率达98%以上，工艺中所采用的新萃取剂较传统萃取剂对钴镍的分离系数提高了数倍，分离效率提高20%，易反萃，萃取级数减少20%以上，缩短了工艺流程，减少了占地面积和工程投入；通过共萃技术直接制得目标三元前驱体材料（NCM523 → NCM111），使得从浸出液中直接提取过渡金属以再生正极材料成为一种可能，这种分离制备一体化工艺技术有效的简化了现有工艺流程。

■ 成果展示



百吨级中试示范平台

252 医用膜级聚砜材料产业化技术

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

血液透析膜及反渗透膜的制备，需要膜级聚砜，我国年需求量约3000-5000吨，目前95%从国外进口，巴斯夫和苏威公司是主要供货商。我国生产的聚砜，关键技术指标无法满足制膜需求，所以膜级聚砜属于我国的“卡脖子技术”。本研究开发的膜级聚砜制备技术，产品性能达到进口同类产品水平，解决了我国聚砜技术指标低、杂质含量高的关键技术难题，产业化后，有望突破国外对该产品的市场垄断，解决我国聚砜原材料的国产化供应“卡脖子”问题。在提升我国分离膜行业的国际竞争力、企业的战略安全方面，具有重要的意义。

■ 成果展示

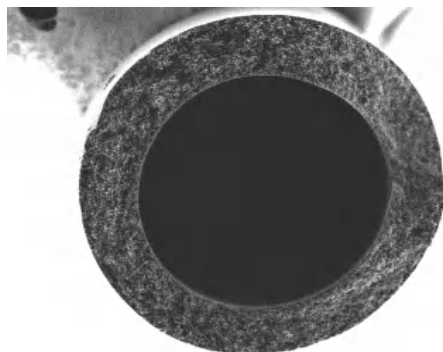


图1百吨级医用聚砜材料制备平台 图2 血液透析用中空纤维膜材料

253 绿色可降解地膜专用料及产品创制与 产业化开发

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

二氧化碳基生物可降解材料（PPC）是以二氧化碳为原料制备的生物降解材料，并且生产能耗低，有助于减少碳排放。另一方面PPC是生物降解材料，其制备的生物降解地膜能够替代部分聚乙烯地膜，减少地膜残膜对土壤的污染，保护黑土地。我国每年地膜使用量为140万吨，PPC地膜能从根本上解决地膜残留污染问题，是保障我国粮食安全的重要农资，未来市场前景巨大。

■ 成果展示



图1 PPC地膜机械化铺设



图2 地膜实际应用

254 鲜食玉米用高阻隔薄膜生产技术

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

高阻隔包装膜是鲜食玉米生产过程中重要的原材料。目前市场上满足要求的高阻隔包装膜均从日本进口，价格昂贵且每年对我国的供应量严格限制在500-800万吨。但国内对该类材料的年需求量达1000万吨以上，且逐年增加。技术团队通过合成自主设计开发的涂覆液，结合金属离子改性尼龙双向拉伸膜，制得高阻氧、耐候的尼龙包装薄膜材料。该材料的相关性能可完全取代进口同类产品，可保障鲜食玉米的货架期达到18个月。同时，随着工艺的逐渐成熟，产能的逐渐增加，包装膜的价格有望降低至目前价格的30%，进而提升鲜食玉米企业的利润。

■ 成果展示



图1 包装鲜食玉米

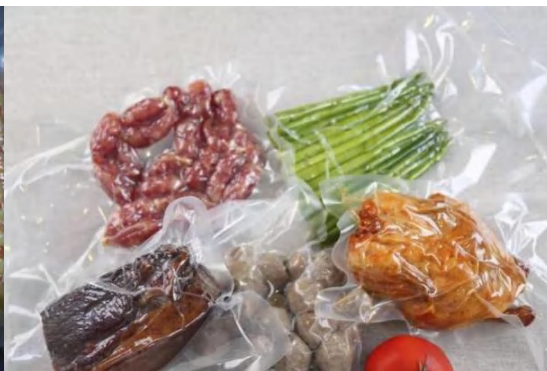


图2 包装预制菜

255 重大疾病和传染病检测试剂盒

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

成功实现肺支、肺炎链球菌、流感、结核、肠道病菌和冠状病毒等感染性微生物的快速、高匹配度、高灵敏、高特异性核酸检测试剂；最低检测浓度达250-1000 copies/mL。2021年取得“新型冠状病毒检测试剂（恒温扩增-荧光探针法）”欧盟CE认证。

■ 成果展示



核酸检测试剂盒

256 医用聚氨酯弹性体材料

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

人工半月板：人工半月板产品及材料目前均被国外垄断，且对我国实施技术封锁。本项目开发的人工半月板利用高性能聚氨酯通过3D打印技术制备而成，可根据个体关节尺寸特异性而进行个性化订制，具有高力学强度、低压缩形变、耐摩擦磨损和优异生物相容性的优点，来源广泛、与植入关节尺寸匹配度高、无免疫原性、价格低廉，是临床治疗半月板损伤的新方向。

小口径人工血管：项目开发的人工血管利用功能性聚氨酯通过冷冻干燥法制备而成，管内径1~6mm，管长度 $\geq 5\text{cm}$ ，管壁为多层复合结构，具有与天然血管匹配的机械强度和顺应性，能够长期维持血液流通顺畅，生物相容性良好，血栓再发生率较低。

■ 成果展示



图1 人工半月板



图2 小口径人工血管

257 尼龙-11产业化技术

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

尼龙-11树脂的熔融温度低、加工温度宽、耐油性好，在低温下弯曲强度、抗震性能以及冲击性能都表现优异，其生产技术一直被法国阿科玛公司垄断。

项目团队打破国外垄断，开发出产品质量稳定，性能达到法国进口Rilsan-BMNP40牌号标准的尼龙-11产品。现已建立了年产30吨规模尼龙-11树脂的中试装置，并进行全流程扩大试验、取得了成功。

■ 成果展示



图1 尼龙-11管材



图2 尼龙-11线材

258 高性能稀土镁合金及其在乘用车

领域的应用

■ 所属单位

中国科学院长春应用化学研究所

■ 成果简介

项目产品解决由于采用稀土镁合金代替AZ91D后，产生的压铸技术和稀土镁合金压铸工艺的改型，针对国内外还没有现成的稀土镁合金压铸技术和压铸工艺，自主开发稀土镁合金在汽车零部件上特殊压铸工艺和压铸技术；掌握高性能稀土镁合金的熔炼技术，完成高性能镁合金产业化开发，为高性能汽车用镁合金压铸产品提供高品质的系列稀土镁合金铸锭，其性能达到或超过目前国外同类合金的水平；其合金成本的增加控制在目前通用的AZ91D合金价格的30%以内。

■ 成果展示

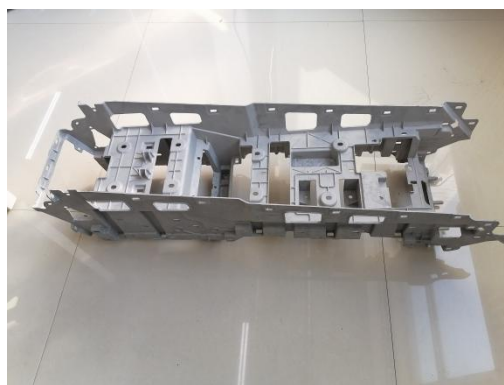


图1 稀土镁合金柴油发动机缸 图2 稀土镁合金汽车中控扶手台骨架

259 基于超表面的光场调控器件

■ 所属单位

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

■ 成果简介

中国科学院苏州纳米所基于超表面/波导开发的新型微纳光学成像器件，具有超强光波调控能力、颠覆传统光学原理、材料光学性质可设计、超薄、易集成等特点，在红外/可见成像、AR/VR、3D传感和光谱仪等领域具有广阔的应用前景。采用新型光相位/幅度方法，设计制备了cm级宽角红外超透镜和可见光超表面全息器件，以及高亮度AR光波导眼镜，可广泛用于一代轻薄光成像系统和AR/VR 成像系统。

■ 成果展示

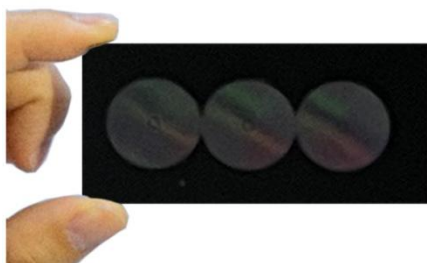


图1宽角红外超表面透镜阵列

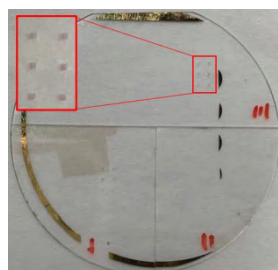


图2可见光超表面全息器件



图3 AR 光波导眼镜

260 纳米增韧耐磨海洋污涂料

■ 所属单位

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

■ 成果简介

目前远洋勘探上设备、光缆、码头、船用线缆等长时间浸泡于海水中，海洋动植物附着影响船舶航速和勘探精确度，需要定期清理。本涂料涂装于有海洋污损生物附着风险的设备、勘探仪器、柔性光缆、卷扬线缆，提供长效防污保护。

技术特点：有效防止藤壶等海生物附着，低毒生态友好；增强增韧漆膜，耐弯曲、耐形变，绕卷漆膜不开裂、不脱落；漆膜高硬度，耐挤压，高压强下漆膜不开裂、不脱落；光滑表面，工作阻力小，拖弋、卷扬无影响，节能降耗。

应用范围：海底电缆、勘探光缆、船用/码头柔性线缆、海洋工作船、传感测试设备等；目前国内防止海生物吸附孳生未发现此类成熟产品，市场前景、应用范围广阔。

■ 成果展示



图1白色漆 科研阶段的防污性能

8个月厦门海域的浅海浸泡试验（2020年10月~2021年6月）



图2红色漆 科研阶段的防污性能

8个月厦门海域的浅海浸泡试验（2020年10月~2021年6月）



图3 优异的耐弯折性能

261 耐高温透明电磁屏蔽膜

■ 所属单位

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

■ 成果简介

中国科学院苏州纳米所团队开发了基于增材印刷精密制造的新型金属网栅类透明电磁屏蔽膜，通过膜内形成的金属微纳网格完成对电磁信号的有效屏蔽，可以保障光电仪器设备在强微波和电磁辐射环境下正常工作。透明电磁屏蔽膜一方面能够将影响系统内电子器件正常工作和对信号接收设备产生干扰的电磁波有效屏蔽掉；另一方面兼具优良透光特性，使其不影响光学系统成像质量，以满足设备探测和观测的要求，被广泛应用于空天装备光学窗、设施防电磁泄露光窗、医用电磁隔离室观察窗、通讯设备透明电磁屏蔽元件、手机触控屏等诸多领域。

技术特点：透明度与电磁屏蔽性能兼顾；任意图形化，一次成型；耐高功率、耐高温；低成本、大面积制备。

■ 成果展示

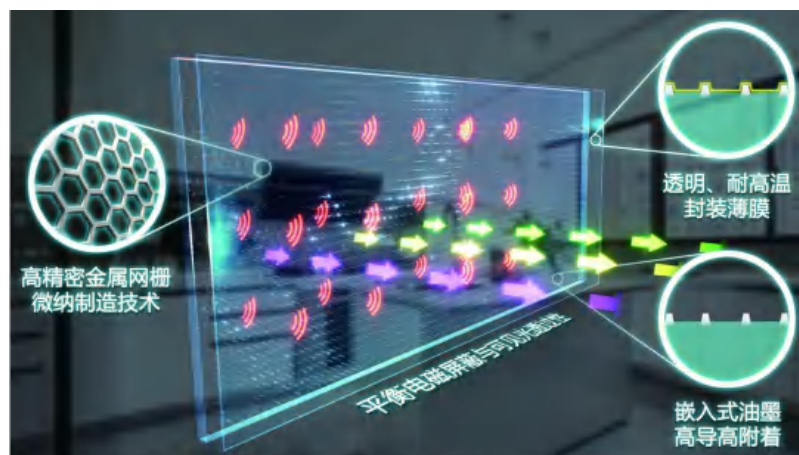


图1 透明电磁屏蔽膜



图2 屏蔽膜可任意图形化



图3 屏蔽膜透明度高

262 水性隔热保温涂瓷

■ 所属单位

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

■ 成果简介

目前保温形式主要是矿棉、玻璃棉、保温泡沫板、管道保温套等，此类产品施工复杂，基材锈蚀很难发现。中国科学院苏州纳米所团队开发的涂料对于管道防腐、保温一体化应用具有以下特点：

- 1.良好的保温性能，降低热量损耗，节能；
- 2.隔热效果佳，降低了表面温度，减少接触烫伤，安全；
- 3.施工方便，快速常温固化，涂装效率高，可在任意曲面、斜面及垂直面上喷涂成型，涂层致密无缝、外观好。

应用范围：电厂高倍压、磨煤机、高温蒸汽运输管道；石油炼化厂、热交换器、储罐和管道保温；此类涂料多为国外进口，国外成熟产品也较少，市场前景广阔，应用范围广。

■ 成果展示



保温涂瓷应用场景

263 微机械（MEMS）压电超声波传感器

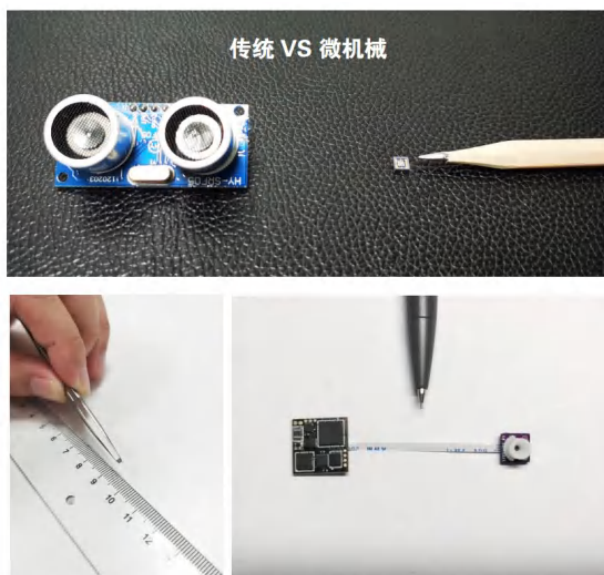
■ 所属单位

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

■ 成果简介

中国科学院苏州纳米所团队研究开发的微机械压电超声波传感器，突破了微型超声波传感芯片的器件结构和高性能压电薄膜材料制备工艺方面的挑战，研制出自主知识产权的微型超声传感器件，具有高性能、微小型化、重量轻、成本低、功耗低、频率控制灵活、频带宽、灵敏度高、易与半导体工艺和电路集成等重要优势，能够探测所有色彩的物体，包括光学透明的物体，适用于所有光照条件，该传感器芯片尺寸1.4mm*1.4mm，工作功耗1.5mW，可广泛应用于 AR/VR（增强现实/虚拟现实）、消费电子、机器人、汽车、其它工业等领域。

■ 成果展示



微机械压电超声波传感器

264 智能柔性微纳传感器

■ 所属单位

中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所

■ 成果简介

中国科学院苏州纳米所团队研制开发的柔性微纳传感器是基于新型微纳材料辅以舒适杨氏模量的超薄薄膜衬底一次性贴片而成，兼具防水和压敏双重功能。当传感器感知到外界压力时，传感器电阻值发生变化，采用简单的电路即可使传感器在感知压力变化后把压力信号转换成相应变化强度的电信号输出。

产品特点：独家柔性压力传感器技术；柔性防水封装；灵敏度高；检测范围宽；响应速度快；功耗低；稳定性优异；生物相容性好；材料体系安全。

应用领域：工业控制、消费电子（PDA 用户界面）、医疗器械、测量人体和支撑面间的压力，比如：座椅、床垫、坐垫、座位靠背等。

■ 成果展示

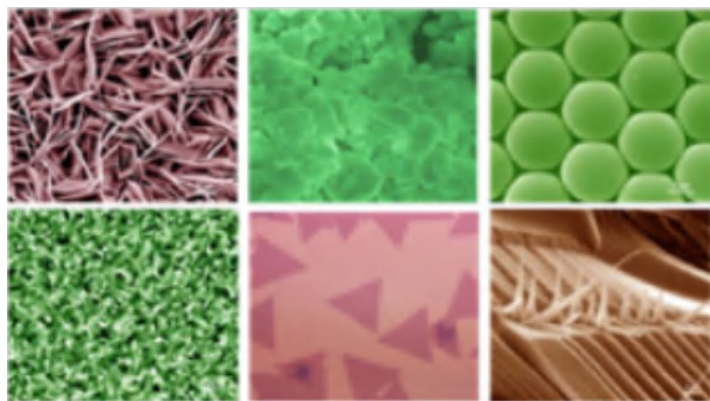


图1 纳米智能传感材料与仿生微纳结构



图2 柔性可延展电子

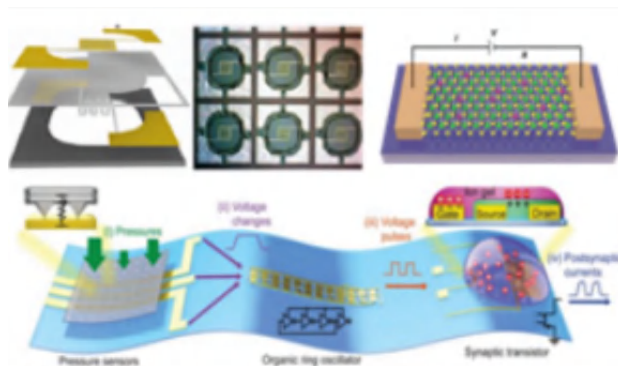


图3 MEMS微纳智能传感器件



图4 智能微系统与创新应用

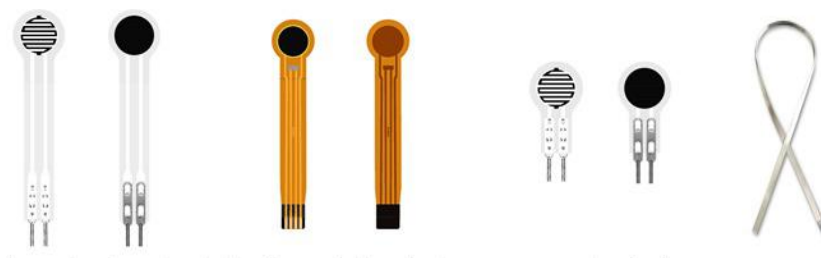


图5 柔性微纳传感器

265 淫羊藿新品种培育技术

■ 所属单位

中国科学院武汉植物园

■ 成果简介

中国科学院武汉植物园是我国三大核心科学植物园之一，是我国最早开始淫羊藿种质资源收集保育和创新利用等研发工作单位之一。现已建成淫羊藿属植物种质资源库，收集保育的种类和数量均居于世界首位。开展了系统的分类学研究，创建了羊藿属的分子鉴定技术体系，形成了淫羊藿属植物的综合评价技术体系，解析了花色和花形态建成的分子机制，阐述了黄酮类成分合成与调控的分子机制。目前，我园成功培育出3个淫羊藿园艺新品种，并通过国家林业局新品种审定，筛选出近20个园艺和药用新品系。攻克了淫羊藿高效繁育与栽培等关键技术，起草制定了湖北省地方系列标准《箭叶淫羊藿生产技术规程》。在广东、湖北、贵州、河南、广西等省份开展淫羊藿新品种产业化种植与推广，助力我国的美丽乡村和乡村振兴建设。

中国科学院武汉植物园开展了淫羊藿属系统分类学研究，发表了5个淫羊藿新物种，并开展了一系列的分类学修订工作。基于AFLP、叶绿体基因组等，重构了淫羊藿属的分类系统，首次证实了中国淫羊藿属属下系统关系与花部特征密切相关。成功筛选开发一批具有较高多态性的DNA-barcoding、AFLP标记、SSR标记、SNP标记，建立了淫羊藿属的分子鉴定技术体系。

■ 成果展示



图1 种子繁育



图2 根茎繁育



图3 组培育苗



图 4 林下栽培



图 5 设施栽培



图 6 陇南淫羊藿 图 7 昭通淫羊藿 图 8 西昌淫羊藿 图 9 金城山淫羊藿



图 10 神农架淫羊藿



图 11 淫羊藿新品种证书

266 超高强铝合金焊接与增材制造

■ 所属单位

中国科学院金属研究所

■ 成果简介

7xxx系 (Al-Zn-Mg-Cu) 超高强铝合金熔焊过程极易产生裂纹, 常被称为不可焊材料。团队最新研制出一种新型的7B55铝合金焊丝/焊条, 采用微纳粒子的钉扎作用, 细化晶粒, 抑制了裂纹产生, 成功实现20mm厚7075铝合金的熔焊焊接, 接头强度达到570MPa, 已在某装备上推广应用。此外, 采用该款焊丝进行了电弧增材制造研究, 成形性能优异, 组织均为细小的等轴晶, 抗拉强度达到620MPa, 是文献公开报道的最高值, 为新一代超高强轻质金属结构短流程快速制造奠定基础。

■ 成果展示



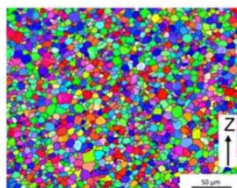
20 mm厚7075铝合金焊缝



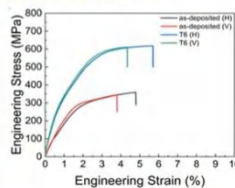
7B55铝合金电弧增材墙体形貌



接头断裂形貌



晶粒组织



拉伸性能

7075铝合金TIG焊接及7B55超高强铝合金CMT电弧增材制造

267 铝、铜合金超厚板高质量焊接技术

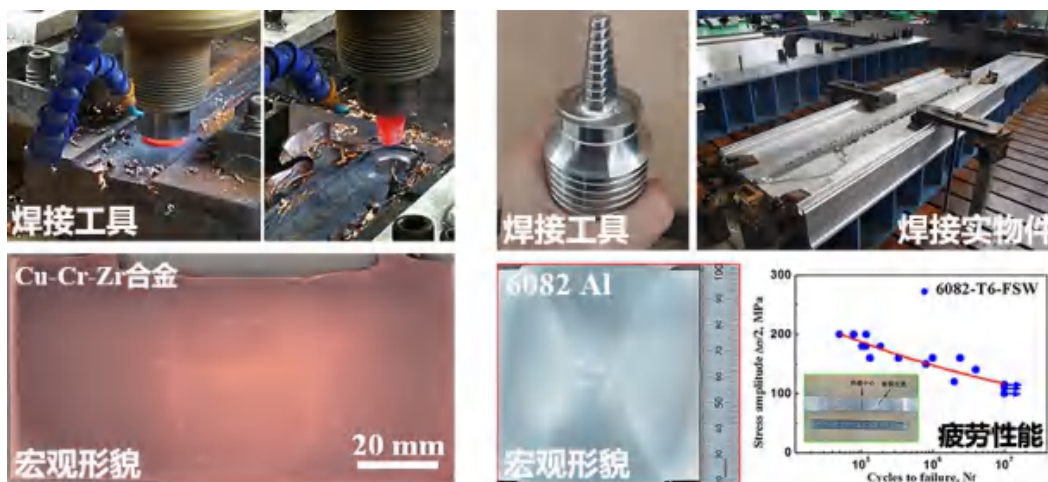
■ 所属单位

中国科学院金属研究所

■ 成果简介

超厚板（50mm以上）结构件具有重要的工业应用，而焊接是制约其发展的瓶颈，尤其是对导热性能优良的铝和铜合金，熔化焊难以实施。针对上述瓶颈，团队自主研发出搅拌摩擦焊（FSW）专用工具，合理设计工具形貌，并开发出双面焊接优化工艺，成功实现了铝合金及铜合金超厚板（60-90mm）的无缺陷焊接。率先实现了90mm厚Cu-Cr-Zr 合金的高质量焊接，80mm厚6082铝合金的FSW接头强度达到母材的70%，且弯曲性能、疲劳性能均达到了应用标准要求。

■ 成果展示



90mm厚Cu-Cr-Zr合金和80 mm厚6082铝合金的搅拌摩擦焊接

268 高品质铜材制备关键技术与产业化应用

■ 所属单位

中国科学院金属研究所

■ 成果简介

随着5G通信技术、智能制造、新能源等领域快速兴起，对大规模集成电路框架材料、散热器、连接器、精密导体用超薄微细铜材提出更高需求。当前我国高端铜带材产量不足、综合性能不达标、产品质量不稳定，严重依赖进口；因此，研究和制备高纯度、高精度、高性能铜合金带箔材、丝线材产品，解决行业内共性关键技术问题，填补国内市场空白，具有重要现实意义。

工业化应用：自主研制的稀土铜技术及产品在国内多家铜管 / 铜板带企业实现产业化，突破无氧铜材“高导耐热”性能困境，开发出高性能热管/均温板、IGBT用铜板带、高导电缆管等产品；开发高品质键合铜丝、铜银丝（ $\Phi 0.016\mu\text{m}$ ）等制备技术，解决卡脖子技术难题，填补国内市场空白。

■ 成果展示

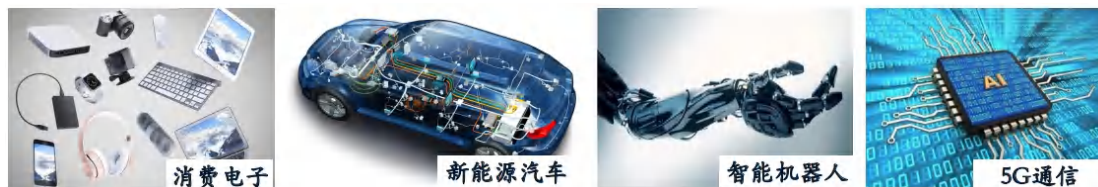


图1 应用领域

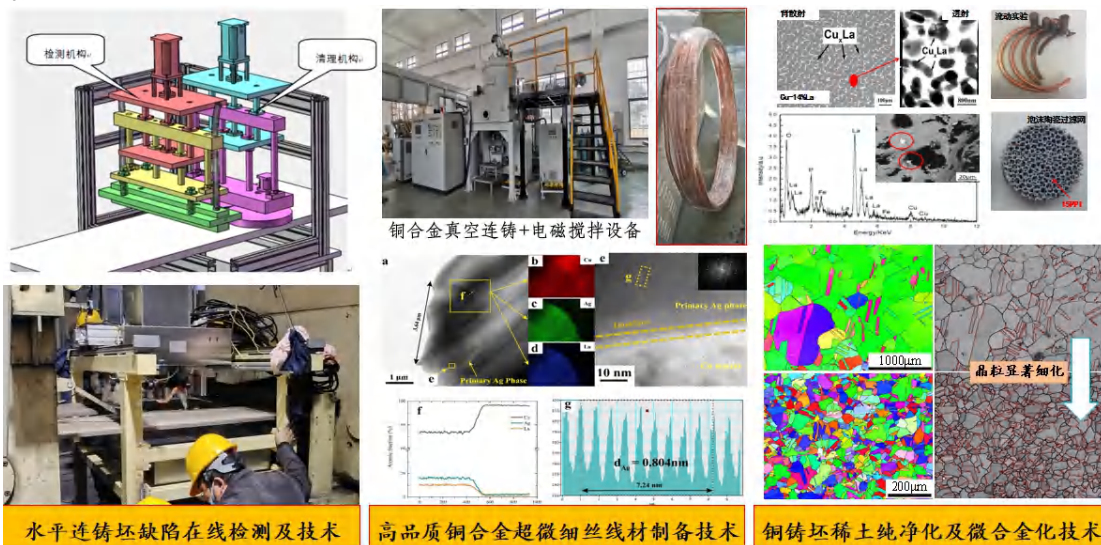


图2 关键技术及装备

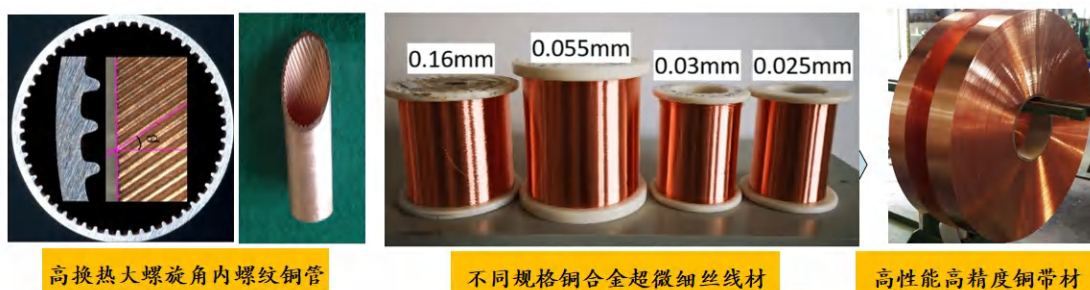


图3 工业化应用

269 高性能铜板带合金智能设计及短流程 制备加工技术

■ 所属单位

中国科学院金属研究所

■ 成果简介

1.铜合金板带材料成分—性能双向设计机器学习模型：

随着5G通信、人工智能和新能源等领域快速发展，对引线框架、接插件、连接器等用高强高导铜合金板带提出迫切需求。开发新型铜合金板带材料和制备技术，突破国外技术封锁、建立自主知识产权是当前的重要任务。

本团队自主设计开发了基于大数据的机器学习系统，实现新型铜合金材料成分-性能双向预测，获得了“双70”、超高强、超高导等系列合金成分。基于本技术可有效缩短合金研制周期，降低试错成本，为合金设计提出新思路，突破技术封锁。

2.铜合金板带新型短流程制备加工技术及产业化：

本团队开发铜合金板带“连铸-连挤-连轧”新型短流程工艺路线，替代现有“半连续铸造-热轧-冷轧”路线，属于变革性技术创新，具有短流程、低能耗、低成本、高效率、高均质等显著优势。目前该技术已完成中试及吨级生产验证，成功实现了C19400、C7025、C18150等系列合金板带的短流程制备，取得较好性能。

■ 成果展示

270 电力驱动工业高温热泵蒸汽技术

■ 所属单位

中国科学院广州能源研究所

■ 成果简介

随着“双碳战略”的推进，非化石能源占比得到大幅度提升。目前工业蒸汽供应主要依赖燃煤锅炉、燃气锅炉等，排放大量的CO₂及NO_x，严重阻碍了“3060目标”的顺利实施。高温热泵蒸汽技术依靠电力驱动热泵循环，制取高温热泵、低压饱和蒸汽，具有清洁、高效、低碳的优点，是电能替代改革深水区的重要技术，相比于传统燃煤、燃气锅炉制取蒸汽，其能源转化效率提高40%以上，碳排放降低50%以上，对于我国“3060目标”的推进具有重要意义。

技术原理：电力驱动的高温热泵机组（High Temperature Heat Pump），利用工厂余热热水资源（30°C-70°C），采用高温循环冷媒为介质、使用高效双螺杆压缩机、通过泵热技术，直接制取高温热水或低压饱和蒸汽（80-120°C），并且通过蒸汽压缩机组，蒸汽温度提升至170°C。

关键技术：

1.自主研发“直接蒸发热泵蒸汽”技术：较闪蒸循环制蒸汽，焓效率提高7.5%，系统COP提高9.5%。

2.大压比蒸汽压缩技术：采用多点喷水的方式实现多级多变的湿蒸汽压缩过程，过热度小，压比大；采用独立油润滑系统，受力平衡，稳定性。

技术优势：

1.能源利用率高：高温热泵循环的效率为2.5-5.0，发电效率42%-44%，热泵蒸汽机组的一次能源利用效率为1.1-2.2。其制取120°C和170°C蒸汽成本分别为144元和212元，相比燃气锅炉，运行成本节约51.8%和29.2%。

2.减少CO₂排放：仅依靠电力驱动，制取过程中不产生CO₂和NOX；同时风电、光电、水电等非化石能源占比越来越高，其减碳效益愈加显著。

3.安全便捷：设备无燃烧过程，安全等级高；电力驱动，不需要建设锅炉房、烟囱等，无需特种作业人员，操作简单；电气化设备，触摸操作，负荷自动调节，设备智能化运行。

■ 成果展示

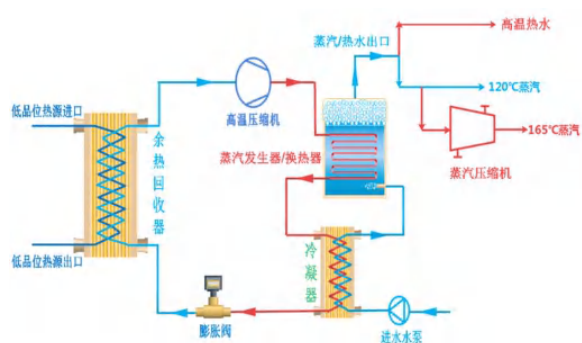


图 1 高温热泵蒸汽技术原理图



图 2 电力驱动工业热泵

271 环保高温热泵工业供热技术

■ 所属单位

中国科学院广州能源研究所

■ 成果简介

目前工业供热主要依赖燃煤锅炉、燃气锅炉等，工业供冷依靠制冷主机冷却，综合供能成本高，碳排放系数大。新型环保高温热泵技术依靠电力驱动热泵循环，采用低GWP绿色冷媒，制取高温热水（80-95℃），同时制取低温冷水（7-20℃），满足生产工艺的用热和用冷需求，具有清洁、高效、低碳等优点，是构建工业用户新型低碳热能中心的关键设备，在食品加工、饮料工业、锂电池生产、汽车装配、纺织印染等行业具有广阔的应用前景。相比于传统锅炉供热、冷机制冷的模式，其能源转化效率提高40%以上，碳排放降低60%以上，是实现工业终端用户电能替代和国家“双碳目标”顺利实施的重要技术和装备。

技术原理：新型环保高温热泵技术，利用工厂余热热水资源（20℃-60℃），采用新型环保冷媒为循环介质、使用高效双螺杆压缩机、通过泵热技术，制取高温热水（80-95℃），本技术也可以实现冷水热水双侧供应，获得双重收益。

关键技术：

1.采用新型环保冷媒：临界温高，临界压力低，ODP为0，GWP<300，通过系统优化，获得高温热泵最优COP。

2.大温差换热技术：采用优化后蒸发器、冷凝器结合内置储能水箱，实现高温侧和低温侧进出口大温差换热，以适应更宽温域工艺场景的应用。

技术优势：

节能减碳：新型环保高温热泵COP为2.5-5.0，直接采用热泵加热，可减少外部蒸汽的使用，大幅度降低供热泵增加成本，同时减少CO₂排放。

新型环保冷媒：新型环保冷媒冷凝温度可达80-100°C，能够满足更高温热水/热风的需求，新型环保冷媒的全球变暖潜值（GWP）为299，相比行业内的传统制冷剂R134a（GWP=1300）降低约77%，能大幅助力企业降低碳足迹。

高效、安全、便捷：实现同时供冷供热，取消冷却塔循环，节能节水；设备无燃烧过程，安全等级高；电力驱动，不需要建设锅炉房、烟囱等，无需特种作业人员，操作简单；电气化设备，触摸操作，负荷自动调节，设备智能化运行。

■ 成果展示



图1 环保高温热泵

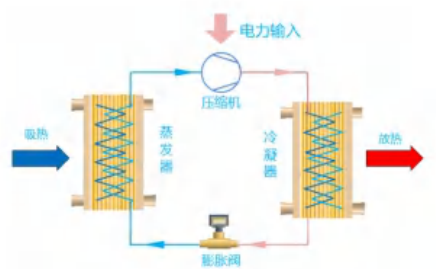


图2 环保高温热泵原理图

272 纳米改性无机自修复材料

■ 所属单位

中国科学院大学

■ 成果简介

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业化，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。

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℃以上（国外一线产品适用于5℃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业化。

■ 成果展示

防水功能可靠：涂刷一道防水层可形成两道防水屏障（表层和肌理），**可达到与混凝土结构同寿命。**

应用场景广泛：**在PH2—PH13外部环境均可使用**，即在海水环境、盐碱湖环境、盐碱地等复杂环境中均可使用。

防水工程综合性价比高：产品在省却水泥砂浆找平层、混凝土保护层、减少建筑土方挖取量的基础上**性价比远高于传统有机产品。**



产品生态环保，零污染：纯无机产品，不含可导致混凝土长期受损的硬脂酸盐、硅酸盐或氯化钠；可安全用于饮用水。

施工工艺便捷：**可用于迎水面，也可用于背水面**，产品喜水，可在湿基面上施工。

极大节省施工工期：相比于传统防水材料施工工期可节省大约30%-60%。

高附着力，**保护结构及钢筋，提升混凝土结构性能**：外墙涂刷，防水，加固，高强附着力保护结构及钢筋；延长混凝土使用时间，同时可盾构保护内置钢筋，其表面磁化后形成天然阻根层，具备抑菌、防腐、防锈功能，同时加速水泥的胶凝反应，**提升水泥碳中和能力。**

晶体系统是永久性的：**晶体是唯一具有永久高速生长性能的防水系统。**使用过一次后不需要再施工，相当于**为混凝土打了一针防水疫苗**，属于肌理防水，与混凝土材料同寿命。

图1 材料特点



图2 南水北调中线工程施工

图3 国铁桥墩维修施工



图 4 郑州地铁站台蓄水池施工

273 生态级金属锈转化剂

■ 所属单位

中国科学院大学

■ 成果简介

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，使钢材表面锈腐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。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。

产品特点：

1.金属锈转化彻底；2.阻止闪锈及二次生锈产生；3.节能环保；4.无损钢铁；5.延长使用寿命；6.施工简单，安全防护要求低；7.高渗透性，强附着力；8.抗高温。

应用领域：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。

■ 成果展示



图 1 高铁护栏防腐处理



图 2 某军方项目防腐处理



图3中国科学院大学校区通讯装备铝合金防腐处理

274 农业生产管理平台

■ 所属单位

中国科学院计算技术研究所

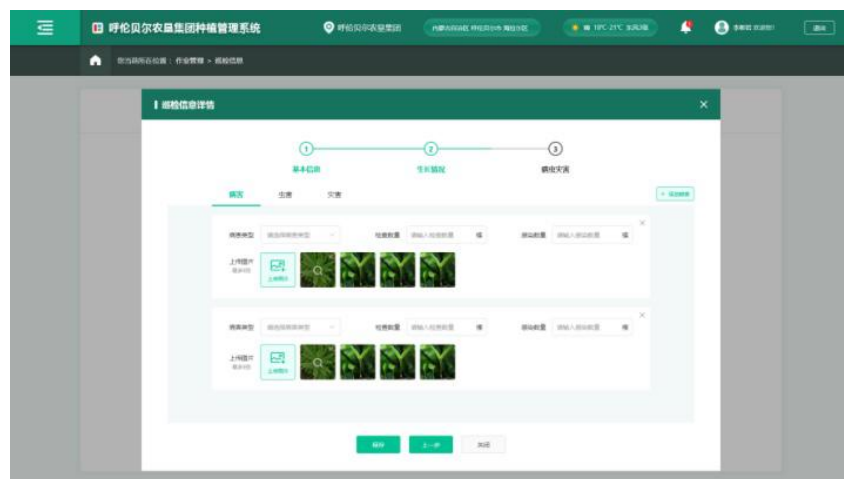
■ 成果简介

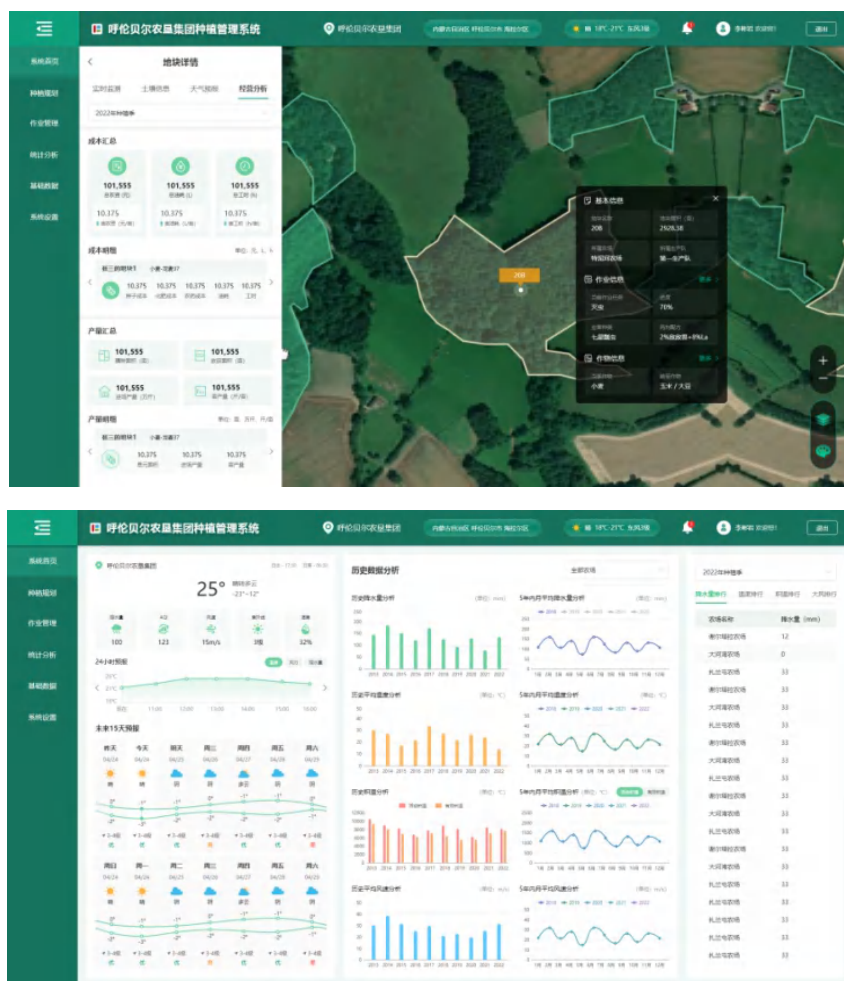
农业生产管理系统是基于农业生产执行系统技术架构研制的面向农业生产规模化管理的系统。系统实现农艺生产SOP（Standard operating procedure，标准作业程序）全过程流程管理，平台可以根据不同的农艺流程以及品种要求，实现对生产过程中的全过程的任务管理。最终以平台流程控制为基础实现生产过程中地块级人、财、物的全面成本与收益分析。

技术优势：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；基于大数据与人工智能技术的数据采集与智能分析；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；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。

应用领域：规模化农业生产管理与智能决策。

■ 成果展示





农业生产管理系统

275 分布式太阳能催化系统

■ 所属单位

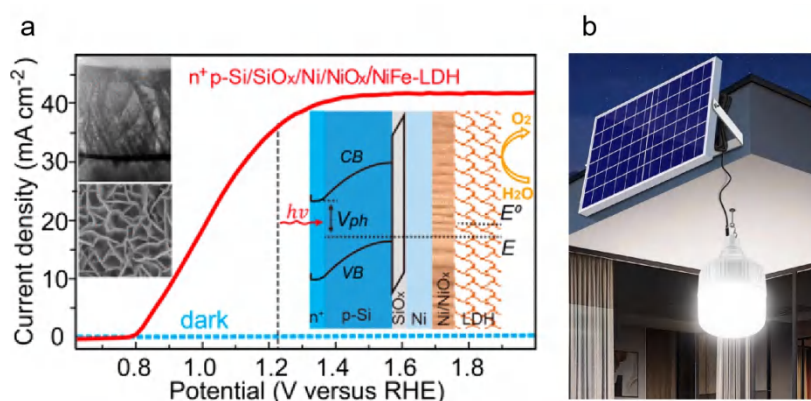
国家纳米科学中心

■ 成果简介

电催化分解水制氢因其具有过程清洁、成本低廉等特征,使其成为一种倍受关注的“双碳”技术。然而,电催化分解水反应中的析氧半反应动力学缓慢,导致分解水制氢器件的能量转化效率普遍偏低。将NiFe-LDH层状双金属氢氧化物电催化剂修饰到硅基光阳极表面,并通过两者间的界面设计,获得了目前晶硅光阳极分解水产氧活性的最好结果,同时具有高稳定性和低成本等优点(Nano Lett.2018, 18, 1516),并被Chem.Soc.Rev.期刊的文章大篇幅做了高度评价。

该技术可用于分布式分解水制氢耦合醇氧化系统,目标家家可办精细化学品工厂。

■ 成果展示



(a) NiFe-LDH层状双金属氢氧化物电催化剂修饰硅基光阳极;

(b) 家用分体式太阳能照明系统

276 基于多组学分析技术的肿瘤和神经疾病 药物筛选及开发

■ 所属单位

中国科学技术大学

■ 成果简介

团队拟依托单细胞基因、蛋白及代谢多组学分析技术，通过人工智能大数据生物信息处理，对肿瘤和神经疾病患者与健康者的高通量单细胞多组学队列对比研究，结合荧光探针和虚拟高通量药物筛选平台，探索高功能细胞基因、蛋白及代谢特征谱，调节细胞相关环境，获得重塑细胞候选药物或重塑小分子化学候选药物，使用专利大数据检索与深度分析工具，形成自主原创性的知识产权。

目前，团队已设立了包括单细胞代谢组学技术在内的多组学检测及数据存储平台、重塑细胞药物研发平台、代谢小分子制剂及新药研发平台，利用国际领先单细胞代谢组学技术、细胞代谢通路追踪技术，搭建了全新细胞及小分子药物研发体系，依托科学优势，聚焦产业需求，打造基于单细胞多组学的创新药物研发新赛道。

■ 成果展示



技术路线图

277 基于水热法来制备二氧化硅气凝胶的方法及其产品和用途

■ 所属单位

中国科学技术大学

■ 成果简介

本项目采用独特合成工艺，首次实现密闭循环绿色制备路线，实现了气凝胶生产的完全无三废排放，完全解决了原有生产路线对环境污染和严重腐蚀设备的难题，使得气凝胶生产成本大大降低。同时，该生产使用的溶剂可以不经蒸馏、精馏直接重复使用，节约了设备投入，原材料无流失浪费，减少了碳排放。并且在此基础上引入了气凝胶水性分散技术大大拓宽了其应用的方便性和范围。使用该技术制备的气凝胶已经以保温隔热涂料、保温砂浆等形式应用于建筑和工业保温材料领域当中，并取得了良好的节能减排效果。目前已经在多个场所进行了示范应用。

■ 成果展示



图 1 二氧化硅气凝胶



图 2 保温隔热材料

278 聚烯烃弹性体

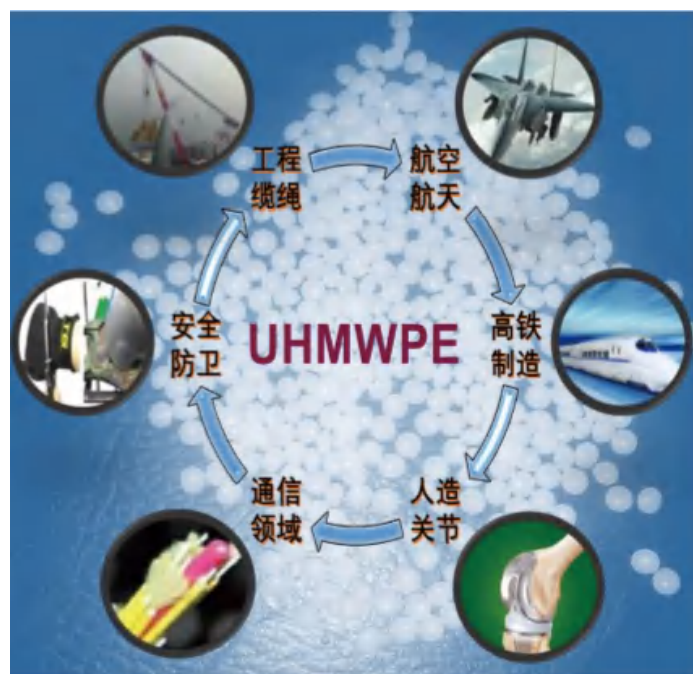
■ 所属单位

中国科学技术大学

■ 成果简介

热塑性弹性体 TPE/TPR，又称人造橡胶或合成橡胶。本科技成果开发出既能同时实现乙烯高效聚合又能在聚合物中产生物理交联点的催化剂及工艺，实现通过乙烯为单一原料一步制备热塑性弹性体，重点是开发新型的催化剂体系来实现热塑性弹性体高效的合成。通过后续的加工处理，产品的性能可以得到进一步的提高。所制备的聚烯烃类热塑性弹性体处理后符合市售弹性体指标要求。

■ 成果展示



热塑性弹性体TPE/TPR应用领域

279 分布式光纤传感设备研发

■ 所属单位

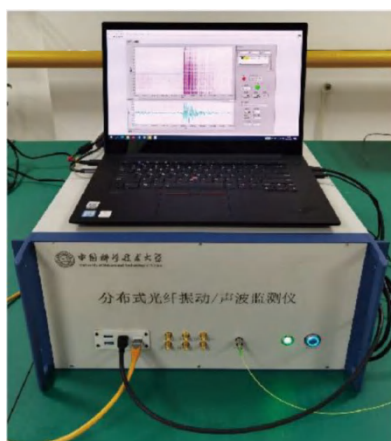
中国科学技术大学

■ 成果简介

分布式光纤振动/声波传感设备是中国科大陈旻团队研发的具有完全自主知识产权的新型振动探测设备，该设备的振动频率监测范围为10毫赫兹至20千赫兹，定位精度1米，监测长度达40公里，性能指标追齐国际设备。该设备可利用已有通信光纤进行振动事件监测，结合事件的声纹特征和人工智能算法进行事件识别。

本项目可对大型设施（地铁隧道、地下官网、桥梁等）进行振动监测，及时发现潜在故障，减轻潜在损失及其社会危害；可利用城市现有通信光缆获得地下三维结构地图，为城市规划建设防灾减灾提供指导；也可对大型设施进行温度监测，及时发现异常温度，对火灾提前预警。

■ 成果展示



分布式光纤振动/声波传感设备

280 便携式傅里叶红外多组分气体分析仪

■ 所属单位

中国科学院安徽光学精密机械研究所

■ 成果简介

采用傅里叶变换红外光谱技术及抽取式多次反射气体吸收池配置，利用气体成分光谱吸收特征分析待测气体浓度，通过小型化设计，兼顾便携性以及温室气体测量所需的高精度和灵敏度，特殊设计的干涉仪结构具有优秀的抗振性能，可接驳各类移动平台，实现多组分气体的便携式、灵活、快速监测。

应用范围：工业化工园区危险化学品泄漏突发应急监测；

工业化工园区有毒有害气体车载移动平台巡航监测；工业生产车间、密闭集装箱、舰船舱室空气质量检测；工业企业环境空气质量抽查、巡检及环境督查；环境空气应急监测、固定污染源废气排放监测。

■ 成果展示



测量组分	VOCs、无机污染物、有毒有害气体、温室气体等500余种测量组分
测量范围	ppb~百分比量级
检出限	ppb量级
示值误差	不超过±2%满量程
重复性	相对标准偏差≤5%
时间分辨率	最快秒级
测量光程	5~10m

便携式傅里叶红外多组分气体分析仪

281 2GHz--10GHz金刚石基高频滤波器芯片

■ 所属单位

中国科学院电工研究所

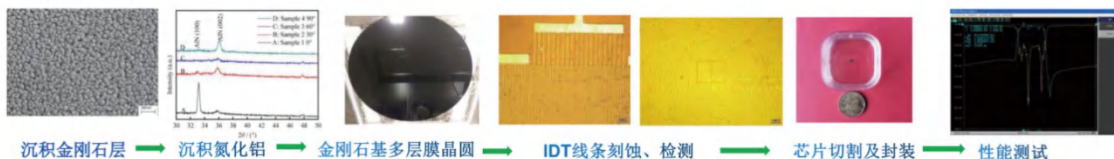
■ 成果简介

团队突破国外二氧化硅+铌酸锂材料体系，使用金刚石 +氮化铝材料体系。创新使用多层膜沉积技术，创新设计了IDT螺旋结构，突破国外基础材料封锁和技术专利垄断，研发了金刚石基高频（2G--10GHz）声表面波滤波器（SAW）芯片。目前产品在中科院已完成研发及全工艺流程片，申请了9项专利，掌握4项核心专有技术，计划在2024年实现量产。

项目市场：一部5G手机在通讯、wifi、蓝牙频段要用到 50-70个滤波器芯片。国内每年需要200亿颗滤波器芯片，市场规模1500亿元。其中国内自产不足20亿颗，90%以上需要从国外进口。尤其是高端高频滤波器芯片，国内自产为0。

项目价值：打破国外垄断，实现高频滤波器国产替代；用SAW的工艺和成本替代BAW的市场份额，同频SAW约为同频BAW成本的10%-20%；可实现全频段有源无源片上系统集成-射频SOC。

■ 成果展示



282 羰基金属及其功能材料

■ 所属单位

中国科学院兰州化学物理研究所

■ 成果简介

羰基铁、羰基镍、羰基钴完成了技术转移转化，实现了工业化生产；羰基锰、羰基钨、羰基铬、羰基钼、羰基钨、羰基铈等完成了中试实验，建成了世界唯一千吨级中压法羰基铁（粉）中试生产线；其他多种羰基金属也完成了小试实验。以羰基金属粉体材料为基础开发出不锈钢、低合金钢、科瓦合金、坡莫合金等多种金属粉注射成形喂料，实现了技术的转移转化和工业化生产。总之，羰基金属及其功能材料已广泛应用于精密制造、化工催化、电磁隐身、粉末冶金、硬质合金等行业，取得了巨大的经济效益和社会效益。

■ 成果展示



图1 中压法羰基铁(粉)生产技术产业化 千吨级工业化中试



图2 低压沸腾床羰基镍生产技术产业化

283 精细化工产品或精细化工中间体产品 生产技术

■ 所属单位

中国科学院兰州化学物理研究所

■ 成果简介

创制出胺类精细化学品生产的系列化催化材料，研发出10个以上的胺类精细化学品合成催化材料，实现吨级放大生产，实现2个产品的千吨级中试和2个产品的技术实施许可，
获甘肃省2020年度自然科学一等奖。

■ 成果展示



胺类精细化学品合成催化材料千吨级工业化中试

284 高性能润滑防护涂层

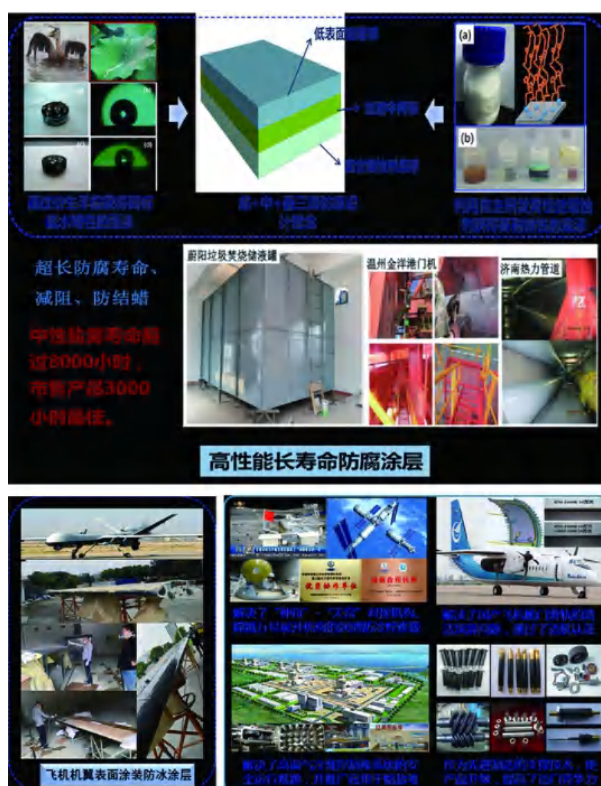
■ 所属单位

中国科学院兰州化学物理研究所

■ 成果简介

- 1.涂层较薄，一般10-20 μm ，对部件精度无大影响；
- 2.属无油润滑，无污染及漏油问题；
- 3.适用多种类型材质部件，可在油、水等介质中使用；
- 4.兼具防腐、动密封、防污、防粘、减振、降噪作用；
- 5.可在高、低温、真空等苛刻工况条件下有效润滑；
- 6.承载能力突出，在静压力下，不会从摩擦面上被挤出；
- 7.特殊品种的涂层具备防污防粘的优点。

■ 成果展示



285 特种润滑油脂及工程应用

■ 所属单位

中国科学院兰州化学物理研究所

■ 成果简介

研制出空间、航天用特种润滑油脂、航空用特种润滑油脂、WQZB 特种润滑油脂、舰船特种润滑油脂四大类，二十多个品种的产品。

研制了轨道交通门、风力发电、工业机器人等系列高性能特种润滑油脂，完成 5 千吨高端润滑脂、3 万吨高端润滑油生产线的建设。

应用领域：航空、航天、船舶、兵器等多个领域。

■ 成果展示



特种润滑油脂及其产业化

286 生物降解塑料全产业链关键技术

■ 所属单位

中国科学院理化技术研究所

■ 成果简介

中国科学院理化技术研究所工程和生态塑料国家工程研究中心是国内最早从事生物降解塑料研究的国家级研究平台，中心以产业化为导向，致力于解决生物降解塑料技术、应用技术及产业化过程关键技术问题，加快降解塑料科研成果向现实生产力转化，促进我国降解塑料产业技术的进步和核心竞争力的提高。在国家863重大项目、发改委重点专项、中科院弘光计划等项目支持下，中心已经形成了生物降解塑料树脂设计合成、树脂改性、降解制品、降解检测与评价等全产业链多项关键技术成果。在树脂原料方面，生物降解树脂PBAT万吨级生产技术是目前国际主流技术，已在长虹高科、湖北宜化、山西金晖、山东汇盈、杭州鑫富等5家企业授权并顺利投产。

近年来，中心在国内率先开展了新一代全自然域（海水）降解共聚酯的研制和应用，创建了聚酯降解性能和使用性能协同调控技术，得到系列海水可降解的塑料、软塑料、弹性体，并完成典型应用示范。在改性及制品方面，中心瞄准一次性包装、可降解地膜、工业预包装等降解塑料大规模应用场景，形成了具有特色的低成本、高性能、降解可控等关键改性技术和典型应用制品，并完成了规模化生产和应用。此外，中心发展了快速、高灵敏度检测方法及设备，建立了土壤、堆肥、海水等全自然域降解性能检测技术和平台。

■ 成果展示



生物降解技术成果总览

287 细胞内压测试仪

■ 所属单位

中国科学院力学研究所

■ 成果简介

在细胞生命过程中，依靠收缩环和皮层收缩或由渗透压调控的水的流入和流出会引起细胞内压变化，进而调控包括胚胎发育、癌症转移等诸多关键的细胞生理与病理活动。如何准确地确定细胞内压，在理论和实验上目前尚未有公认的可靠的方法和结论。本项目基于阻抗平衡原理，利用微插管压力传感器、放大电路通道及其压力转换器等实现了细胞内压动态、多通道测量，建立了细胞内压与细胞生理、病理活动的内在关联规律。

技术优势：测量方式直接、较少外部干扰、测量结果准确；对细胞伤害小、不干扰细胞正常生命活动；响应速度快；实现压力实时监测。

应用领域：高等院校、科研机构及相关从事生物体特征和致病机理研究的企业。

■ 成果展示



细胞内压测试仪

288 生物质废弃物高固浓度厌氧发酵制生物 天然气产业化

■ 所属单位

中国科学院青岛生物能源与过程研究所

■ 成果简介

青岛生物能源与过程研究所在中国科学院先导专项和弘光专项资助下，针对秸秆、粪污利用，开发出了国内领先的高浓度厌氧发酵整体反应器技术，破解了秸秆难处理、发酵负荷低、运行不稳定等难题，发酵浓度达10~12%，容积产气率达1.5v/v·d。同时开发了国际先进的多级仿真干式厌氧发酵技术，有效拓展原料范围，广泛适用于秸秆、粪污、厨余、餐厨、尾菜、有机生活垃圾等复杂物料，容积产气率达 3v/v·d。相关成果已在全国推广了多处千万方规模的产业项目。

■ 成果展示

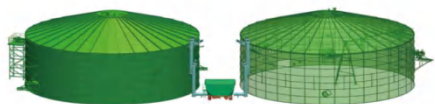


图 1 高浓度厌氧发酵整体反应器



图 2 多级仿真干式厌氧发酵反应器



图 3 克东年产 1000 万方生物天然气项目

289 退役锂电池正极材料的绿色分离和回收利用

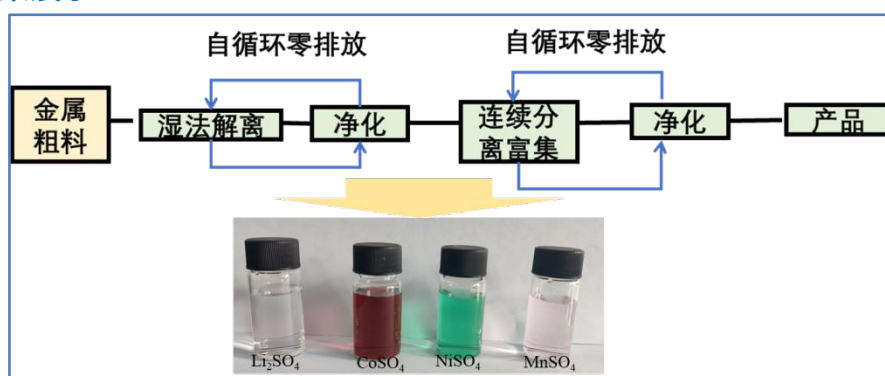
■ 所属单位

中国科学院青岛生物能源与过程研究所

■ 成果简介

本项目以退役三元锂电池正极材料为研究对象，采用湿法冶金手段，研制了高选择性吸附材料，提出自循环连续吸附提锂关键技术，开发了连续吸附分离装备和工艺，得到锂盐纯度99%，效率比传统技术提高30%以上，回收率分别为锂96%，钴99%，镍98%，锰97%，综合回收率98.5%。集成技术路线环境友好，实现了低碳自循环零排放，整体工艺技术性能超过国家《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件及公告管理暂行办法》。实现了电池正极材料中各元素循环利用，大大提高资源利用效率。

■ 成果展示



有色金属回收主要流程

290 中低压加氢生产超低芳溶剂油技术

■ 所属单位

中国科学院山西煤炭化学研究所

■ 成果简介

普通溶剂油由于硫、氮以及芳烃含量较多，致使产品颜色深、味道大、毒性强，远远不能满足特殊场合的应用需要，需精制后才能使用。低硫低芳、无色无味的环保型溶剂油已经成为溶剂油市场的主流发展方向。目前的加氢技术需要在中高压的条件下才能实现深度脱硫脱芳，设备投资和运行成本较高，亟需开发一种中低压加氢技术替代现有技术，以降低生产成本。该技术可用于植物抽提溶剂、W1和W2型轻质白油、D系列环保溶剂、橡胶油、食品级白油等领域。

■ 成果展示



图1 煤化所特种溶剂技术发展历程

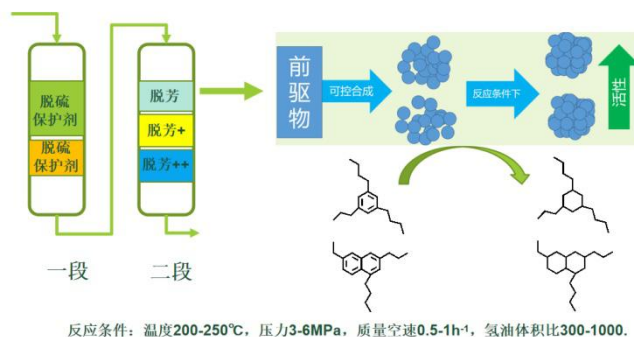


图2 煤化所两段加氢工艺及催化剂级配技术

291 利用水生植物修复污染水体技术

■ 所属单位

中国科学院水生生物研究所

■ 成果简介

本项目以水生经济植物（水生蔬菜、水生花卉）为载体，研究水生经济植物处理猪场沼液循环利用关键技术参数、沼液水培对水生经济植物产量和品质的影响、重金属和抗生素残留在沼液水体-水生经济植物系统中的迁移积累规律及去除关键技术等。

该研究率先在大田条件下开展沼液水培水生蔬菜和水生花卉的工艺参数研究和系统优化设计，通过联合处理技术集成和生态设计优化，建立猪场沼液水生经济植物资源化循环利用的新模式，并制订相关技术规范，以申请单位为主体开展示范应用。

■ 成果展示



图1 设计规划



图2 开挖水田



图3 沼液入田



图4 水芹种养



图5 水芹种养



图6 水芹和经济林木种养结合



图7 基地莲塘



图8 基地生态大道

292 D-阿洛酮糖的生物转化法工艺技术

■ 所属单位

中国科学院微生物研究所

■ 成果简介

D-阿洛酮糖是D-果糖的差向异构体，能够保持蔗糖的口感和烹饪特性，成为一种极具潜力的新型低热量甜味剂。本技术采用生物转化法，全细胞催化D-果糖转化为D-阿洛酮糖，产率可达到30%，与当前市场应用的水平相当；同时，针对转化率低的瓶颈技术，正在进行多酶级联路线的技术开发。

酶的制备，采用无机盐发酵技术关联补料控制，实现高密度发酵，显著降低酶成本。产品的制备，将分离纯化技术和结晶技术相结合，已经达到小试产品纯度 $\geq 98\%$ ，收率 $\geq 90\%$ 的技术指标。

■ 成果展示

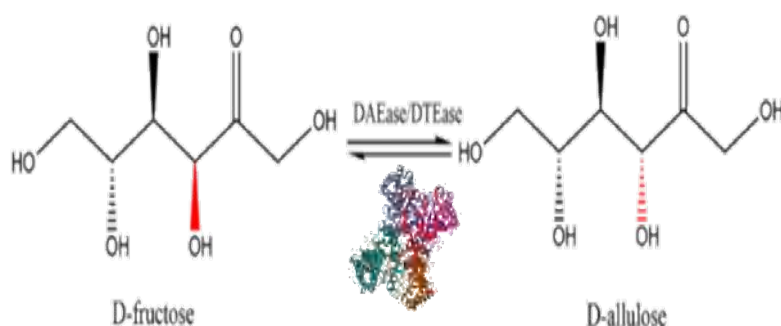


图1 阿洛酮糖异构酶催化果糖转化为阿洛酮糖



图2 高密度



图3 模拟移动床分离



图 4 浓缩制备



图 5 小试样品

293 基于天然裹膜材料的枸杞抗粘结 抗氧化技术开发

■ 所属单位

中国科学院西北高原生物研究所

■ 成果简介

发现了一种有效的枸杞果实抗氧化和抗板结的方法，获得了枸杞包膜技术的最佳工艺路线和相关技术参数，为枸杞的裹膜奠定了坚实的基础。用裹膜包覆的枸杞，不仅减少了因吸湿和板结造成的经济损失，还提高了商品本身的价值。经初步调查及相关经济分析发现，裹膜枸杞具有显著的经济效益和较高的投资回报率，可成为枸杞生产企业新的经济增长点，进一步发展枸杞经济并提高产业的经济产出。枸杞裹膜技术的推广应用，将增强现有枸杞生产技术，改变市场格局，增强青海枸杞生产企业的竞争力。

■ 成果展示



图 1 裹膜



图 2 选捡



图 3 装箱

294 抗氧化防粘结高标准枸杞生产技术 集成与示范

■ 所属单位

中国科学院西北高原生物研究所

■ 成果简介

开展柴达木枸杞农残降解技术、枸杞鲜果激光打孔-微波真空干燥技术和枸杞抗氧化防粘结技术研究，旨在解决制约枸杞资源利用中存在的 key 问题，提高柴达木枸杞的品质和产值，实现枸杞资源的高值化利用。至今，项目已建成新型枸杞干果生产线1条，制定产品企业标准1项，鉴定科研成果2项，发表SCI收录论文4篇，申请专利11件，其中发明专利8件，授权实用新型专利3件，培养研究生及企业技术骨干13名。形成了年处理枸杞鲜果11000吨，高品质干果2500吨的生产能力，新增产值8594万，实现利润1050万。成果达到国内领先水平。

■ 成果展示



枸杞植株

295 芳香植物新品种选育及产业化开发

■ 所属单位

中国科学院植物研究所

■ 成果简介

中国科学院植物研究所从1956年开始进行芳香植物资源收集保存、评价、新品种选育与产业化开发研究，是国内最早开展芳香植物研究的机构，也是中国野生植物保护协会芳香植物专业委员会的挂靠单位。目前，已建成国内最大的芳香植物种质资源库，收集保存世界范围的芳香植物资源 15科60属500余种（含品种），包括薰衣草属、迷迭香属、百里香属等。通过杂交、辐射、多倍体及分子辅助育种等生物技术手段，育成芳香植物新品种12个，其中“京薰1号”、“京薰2号”和“京薰3号”薰衣草品种通过国家级良种审定。编制了农业农村部植物新品种 DUS测试指南行业标准3项（迷迭香、百里香、罗勒）。以“京薰 2号”薰衣草为试验材料，采用PacBio RS、illumina测序和Hi-C技术相结合的方法完成了基因组测序，为薰衣草基因挖掘和分子育种提供了精准的基因信息。

针对芳香物质的抗氧化和杀菌性利用，重点开展了芳香植物提取物在皮肤护理、日化产品、替抗饲料添加剂、食品添加剂及昆虫诱集剂等方面的活性功能研究及产品研发，获得授权发明专利12件。建立了利用芳香植物进行生态修复的产业模式。在新疆、内蒙古、山东和安徽等地建立了芳香植物产业化试验示范基地，推广面积达10万亩以上。推动了国内第一个芳香小镇的建设，对促进农业产业结构调整，助力乡村振兴等国家战略提供了强有力的科技支撑。相关研发工作得到中国科学院战略性先导科技专项A类“美丽中国生态文明科技工程”的项目支持。

■ 成果展示

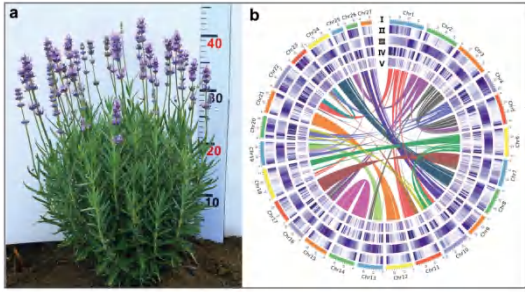


图 1 “京薰 2 号”薰衣草及其
基因组



图 2 新疆伊犁芳香植物产业化
示范基地



图 3 药用鼠尾草



图 4 薰衣草



图 5 千叶蓍



图 6 金丝桃



图 7 百里香



图 8 德国甘菊

296 微藻光合制氢技术及产业化开发

■ 所属单位

中国科学院植物研究所

■ 成果简介

随着全球应对环境恶化及极端气候变化压力的持续增大，氢能发展已上升到国家能源战略的高度。绿色氢能制造技术的研发对于我国“碳中和”战略目标的实现具有重要支撑作用。微藻光合制氢技术是以微藻光合作用为基础，利用太阳能裂解水释放氢气，是先进的、可再生的、清洁的制氢技术，是实现氢气清洁可持续生产的最理想技术之一。目前制约微藻光合制氢技术产业化应用的主要原因是缺乏高产氢微藻材料及规模化生产的技术集成体系。

中国科学院植物研究所科研人员经过 10 余年对微藻光合制氢技术的研究，利用分子生物学等手段创制了具有我国自主知识产权的莱茵衣藻突变体（简称“hpm91”）高放氢衣藻材料。该藻株产氢量高、持续时间长，是目前国内外报道产氢最高的微藻藻株，能够在 100 毫升光生物反应器持续产氢 25 天，产量比野生型藻株提高了 30 倍。相关成果已获得国家发明专利 5 件。该成果可助力“碳达峰”和“碳中和”目标的实现，为“资源节约型”、“环境友好型”社会和生态文明建设做出贡献。

■ 成果展示

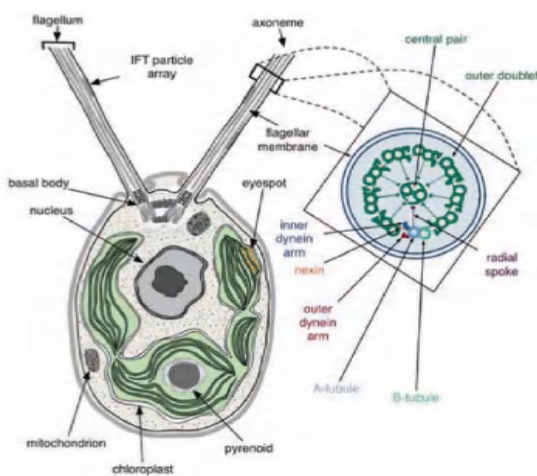


图1 衣藻细胞结构模式图

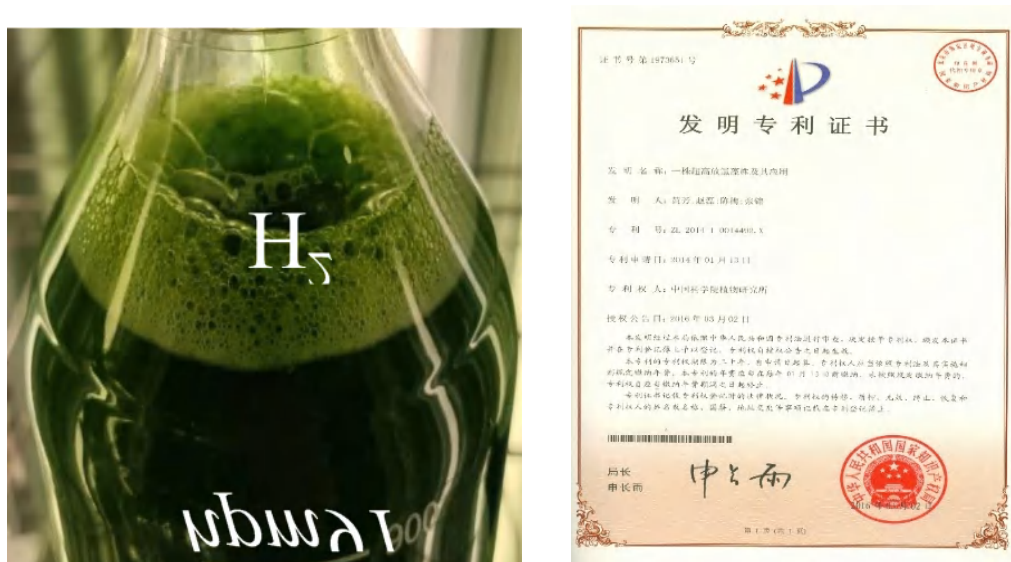


图2 太阳能微藻光合制氢反应体系及相关专利

297 果蔬绿色防病保鲜

■ 所属单位

中国科学院植物研究所

■ 成果简介

我国是世界上果蔬生产和销售大国，水果总产量达2.52亿吨/年，产值近1.8万亿元。果蔬采后存在品质劣变快、病害腐烂严重和保鲜期短等制约产业发展的瓶颈问题。据统计，每年约1/3的新鲜水果损失于采后贮运销环节，经济损失超数千亿元。为了减少果蔬腐烂，往往使用较高浓度的化学杀菌剂进行采后处理，不仅会引起环境污染，而且会带来严重的食品安全隐患。

中国科学院植物研究所科研人员自20世纪60年代起开展果蔬采后生理学基础及保鲜技术研究，在系统研究不同果实成熟衰老特征、品质保持调控机制、采后生理病理学的基础上，研发出一系列针对不同果蔬品类的绿色防病保鲜技术，可有效地延缓果实成熟衰老进程、降低果实贮藏期间的发病率、延长果实贮藏保鲜时间，同时减少化学农药使用量、保持果实采后品质安全和提高市场价值。相关技术获得国家发明专利20余件，获国家技术发明奖二等奖1项，获省部级一等奖1项，二等奖6项。经过与多省市试验和示范，该技术广泛适用于苹果、梨、甜樱桃、葡萄、芒果、猕猴桃、枣、枸杞、沙葱、竹笋等果蔬产品的贮藏保鲜。

■ 成果展示



油梨

芒果

蔬菜

图 1 应用防病保鲜技术贮藏的生物菌制剂及多种水果蔬菜



图 2 生物菌制剂

298 高倍智能视频压缩一体机

■ 所属单位

中科大数据研究院

■ 成果简介

高倍智能视频压缩一体机是一种专门用于提高视频存储和传输效率的设备，通过先进的压缩算法和技术，能够在保证视频质量的前提下，大幅度减小视频文件的大小。主要应用于智慧公安、智慧银行、智慧交通、智慧园区等行业。

自主架构：完全自主可控 RISC-V 架构，利用高通量数据流技术的极低功耗、超高性能，信息安全有保证。

定制化与灵活性：自研软件可以根据具体业务需求、工作流程进行量身定制，确保软件功能与企业实际运营完美匹配。

■ 成果展示



高倍智能视频压缩一体机

299 C2000信创智能NAS存储一体机

■ 所属单位

中科大数据研究院

■ 成果简介

C2000 信创智能 NAS 存储一体机，一分钟上线解决文件存储之“痛”。

安全接入：支持等保网络要求及办公内网防火墙安全要求，可顺利接入各类信创办公网络。

自动备份：通过定时备份及自动快照技术提供时间点的数据快速备份和恢复能力。

智能修复：后台定期自动检查，主动寻找和修复潜在的数据静默错误。

RAID 保护：多种保护级别，最高可实现 3 块数据盘同时故障而数据不丢失，快速重建提高系统安全性。

分权管理：共享文件夹设置不同用户访问权限，可控分享。

高效协同：支持 AD 域管理，统一用户凭证授权访问。

无损压缩：提供无感知的压缩和解压缩功能，可节省空间占用并优化传输效率，最高压缩率可达 90%，降低总体存储成本。

■ 成果展示

C2000系列信创智能NAS存储一体机

一分钟上线解决您文件存储之“痛”！



C2000系列



C2000 信创智能 NAS 存储一体机

300 步态识别系统

■ 所属单位

中科大数据研究院

■ 成果简介

步态识别作为一种新兴的生物特征识别技术，通过分析行走姿态进行身份识别，相较于其他生物识别技术，具有非接触、远距离和难以伪装的优势，在智能视频监控领域展现出比图像识别更为显著的优势。

远距离：普通高清摄像机下 50 米内均可识别。

夸视角：360 度全角度识别背影或侧影。

非受控：无需识别对象主动配合即可识别。

不敏感：对光照不敏感可 24 小时全天候识别

抗伪装：戴墨镜、戴帽子换装等依然可以识别

对于河南省这样一个人口众多、社会治安压力较大的省份，步态识别技术的应用为提升公共安全保障能力提供了有效手段。在城市的主要公共场所、交通枢纽、机场、高速公路等区域，步态识别技术能够准确识别出犯罪嫌疑人、恐怖分子及其他需要关注的目标，极大提升了公安部门的工作效率，帮助公安、信访、街道办实现实时监控、追踪和预警。

■ 典型应用场景

复杂场景目标识别：可通过步态识别系统，对案发视频嫌疑人的步态特征进行提取，与路人抓拍库进行检索比对，获取案件线索。

目标同一性验证（案件串并）：案发现场复杂，通过案件串并+布控预警技战法侦破案件。

重点区域防控：在目前视频预警防控圈（人卡+车卡）的基础上，扩充步态识别功能，重点补充远距离目标识别手段。

服务民生：通过步态识别系统，快速定位走失人员行进路线和位置。

■ 成果展示

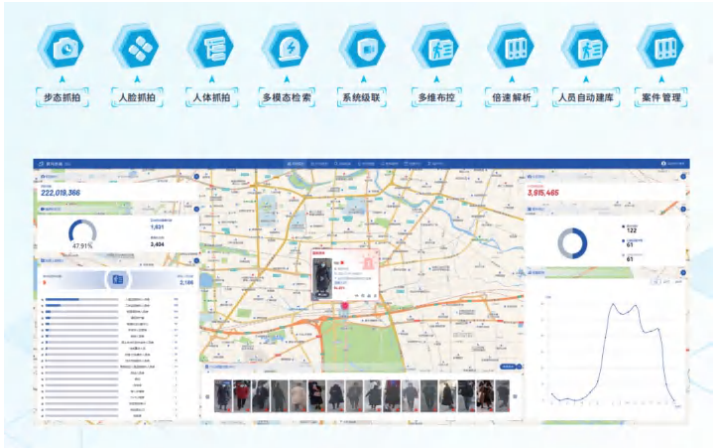


图1步态识别系统

产品外观				
产品类型	20倍速一体机	50倍速一体机	75倍速一体机	100倍速微服务器
核心功能	- 50 米范围内远距离、跨视角、跨着装、弱光照等复杂场景下的行人识别与轨迹追踪 - 搭载「远见」步态大数据分析平台，支持标配倍速解析			
核心板块	①离线视频解析 ②步态抓拍 ③步态检索比对 ④跨模态检索 ⑤视频倍速解析 ⑥底库管理 ⑦案件管理			

图2步态识别一体机

中国工程院科技成果

301 稀贵金属提炼与工业废水深度处理耦合 创新性技术及应用

■ 所属单位

中国工程科技发展战略河南研究院

■ 成果简介

本项目旨在通过技术创新解决化工、制药等行业产生的高盐废水处理难题。项目创新点包括吸附催化氧化/还原技术、高级氧化反应器（HCRs）、高级还原反应器（HyCRs）、功能性材料制备及应用技术、动态复合膜（DIMSMs）耦合技术。通过这些技术联合使用，能高效去除水体中的污染物，实现有机物的完全降解和工业盐的高效、高品质分离，促进固废循环利用。项目实施方案从基础研究到小试、中试，最终形成普适性技术和方案。通过耦合创新技术，改进现有工艺流程，项目将实现工业有机高盐废水的净零排放，对生态环境保护和工业废弃物处理具有重要意义。

项目采用产学研合作模式，高校提供技术研发支持，企业负责中试示范与应用推广。合作方需具备废水处理相关设施与场地，投入一定资金用于设备购置与运行。项目成果有望为化工等行业废水处理提供创新解决方案，具有广阔应用前景。

■ 成果展示



图1 功能性材料制备及应用技术



图2 废水处理前后对比



图3 移动式高难工业废水处理系统(GMS-10)

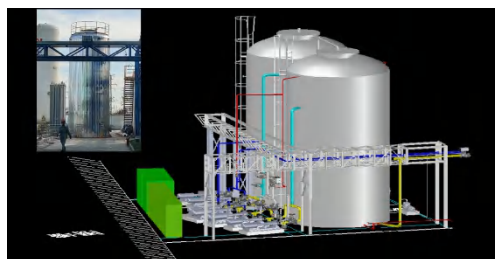


图4 安徽昊源煤化工高盐废水（350m³/h）改造方案设计及工程示范

302 高难废水处理系统-GMS10

■ 所属单位

中国工程科技发展战略河南研究院

■ 成果简介

GMS10是全球首屈一指的，针对含盐、含有机物和含重金属工业等重度污染工业废水复合处理的智能设备，内置高度智能化和免维护的综合处理工艺单元组合，足以满足各类工业客户的不同需要。

各单元为标准40英尺集装箱式一体化移动装置，无现场土建或安装，完成调试后即可运行。

应用领域：石油化工、电子行业、生物制药、采矿及冶炼、精细化工、电镀加工、新能源材料等行业。

■ 成果展示



图 1 高难废水处理系统-GMS10

维度	传统处理方法	GMS10	优势解析
工艺系统	两级(准三级)处理工艺	三级处理工艺	耐受原水水质变化冲击,出水水质可调节。
投资成本比较	100%	< 50%	运营经济性将更加凸显优势。
运行费用	100%	30~50%	仅为药剂费用比较;如全成本核算,优势更明显。
设备制造标准	环保水处理类设备	机械类产线出口产品	以PPH为主材,功能模块化,集装箱布置。
占地面积	100%	<10%	可与现有污水处理站结合,无重复投资。
污泥产量	100%	<10%	除原水污泥外,处理过程无污泥产生。
自动化程度	低	全自动/远程控制	产线化管控,云平台&IOT控制。
废水种类适用性	单一	多样	满足各类客户需求,可在废水源头或与现有废水处理设施结合。
出水指标	综合废水排放标准	综合废水排放标准、中水回用、零排放标准	为客户提供多种排放方式,可灵活满足不同地区排放标准,符合新建工厂或改造需要。
技术升级	困难	容易	控制系统和设备采用Plug-in设计理念,可快速响应客户的升级改造需求。
备注:GMS10的运行结果,采用传统处理方法完全一致的量化指标值和标准体系。			

图 2 高难废水处理系统-GMS10 技术特点



图 3 移动式高难工业废水处理系统(GMS-10)

303 预制菜高品质加工技术

■ 所属单位

河南牧业经济学院

■ 成果简介

预制菜产业涉及原料品质、加工工艺、质量控制、营养提升、智能装备等方面。而预制菜产业存在能耗高、品质劣化、质量不稳定、附加值低、副产物高值转化难度大、营养和美味难以兼顾等问题，迫切需要升级转型。项目创建物理改性技术，提高淀粉耐消化能力和血糖抑制水平，实现淀粉基预制菜的功能化品质提升；研发超声波辅助呼吸式滚揉、阶段式杀菌工艺，缩短肉类腌制时间，降低杀菌能耗同时改善产品口感，提高肉类预制菜加工品质；集成低盐低硝和多阶段低温蒸煮技术，提高产品安全性，实现肉制品的健康化；研创梯度等离子体湍流技术、多手段联用护色技术，改善畜禽副产物加工品质，促进高值化应用；运用腐败菌多靶点生物保鲜技术和密闭湍流速冻技术，提高预制菜产品稳定性和加工效能等。

■ 成果展示



图 1 研发了“变压快速腌制-阶段式梯度杀菌”多维协同食用品质保真技术，实现了高还原度清洁标签毛肚的制备。



图 2 通过反复-连续湿热技术，使淀粉脂质的复合率达 32.01%，且复合物的 preGI 值仅为 35.65，实现低 GI 小酥肉的制备

河南省科学院科技成果

304 材料先进计算技术研发平台

■ 所属单位

河南省科学院材料基因工程研究所

■ 成果简介

本成果为开发先进计算技术和软件，实现先进材料设计及制造全流程计算模拟的集成化、自动化、智能化和实用化，搭建一个可实现材料多尺度、高通量和自主计算的高水平计算平台。现阶段，借助“数据+算法+算力+模拟”对候选材料的性质进行快速筛选获取，实现高性能/多尺度的高通量并发式材料计算，跨尺度集成计算以及从设计、制备到加工、处理、产品设计全流程集成计算设计。主要应用于材料的设计与开发、材料自主计算、集成计算材料工程和材料大规模计算等领域。

■ 成果展示



图 1 从原子到成形材料的高通量、多尺度、跨尺度计算

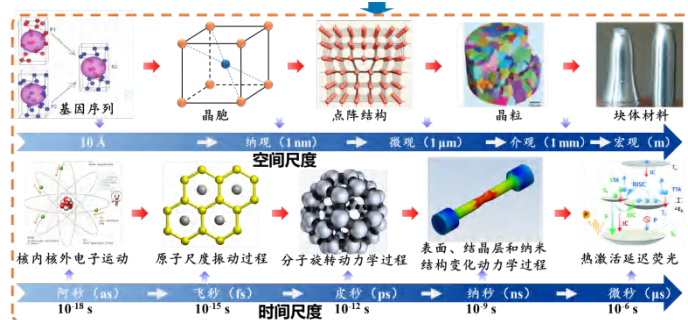


图 2 实现材料在空间尺度和时间尺度的集成计算

305 材料智能实验技术与装备

■ 所属单位

河南省科学院材料基因工程研究所

■ 成果简介

本成果围绕材料实验技术自动化、数字化、智能化发展趋势，开展高通量制备、高通量热处理、高通量分析测试、智能实验系统等先进实验技术研究，开发相关实验装备，为材料数据的高效获取奠定技术基础。现阶段已研发梯度增材制造、喷雾反应合成等智能制备与表征装备，研发先进功能材料高通量测试装备，建设块体材料高通量制备与表征高效实验平台。重点攻关材料机器人智能控制与决策技术，开发适用于材料制备表征复杂实验流程的智能机器人系统。主要应用于材料智能制备表征技术、智能化实验、自动化实验和数字化实验等领域。

■ 成果展示

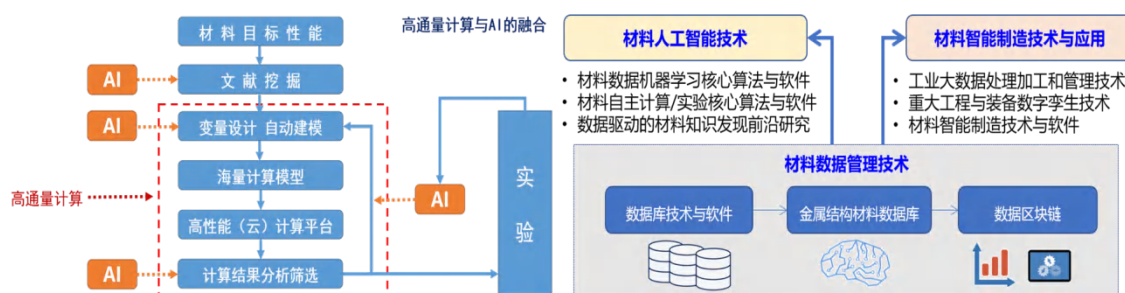


图 1 材料人工智能与先进实验技术

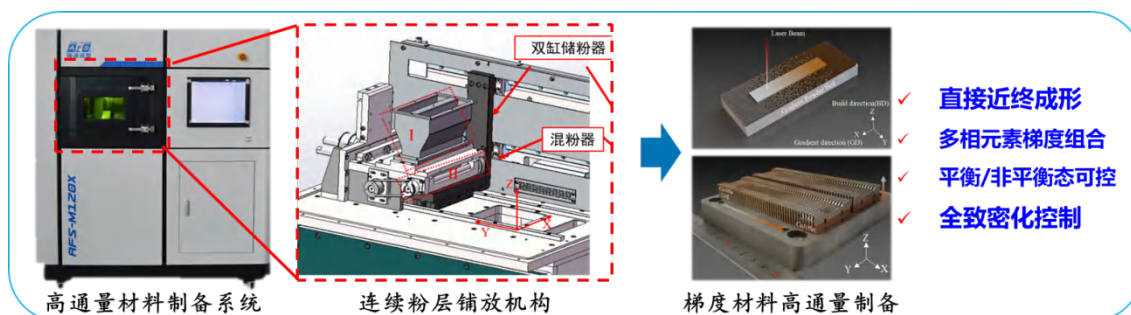


图2 增材制造的高通量制备技术

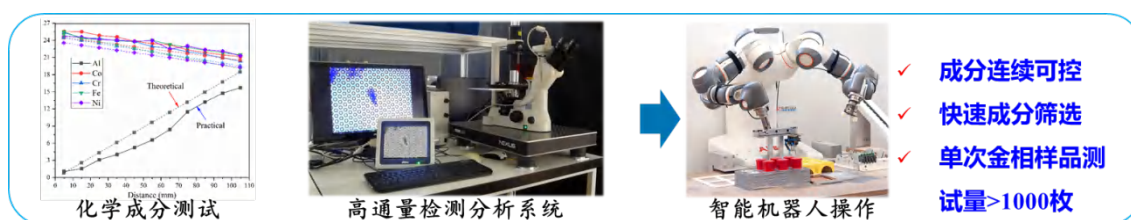


图3 材料化学成分高通量测试

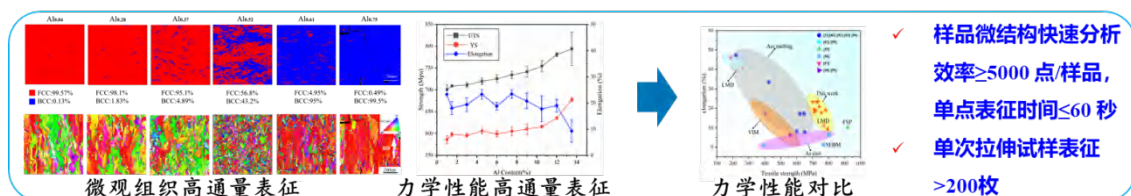


图4 材料组织和性能高通量表征

306 材料大数据技术研发平台

■ 所属单位

河南省科学院材料基因工程研究所

■ 成果简介

本成果为研发数据高效自动化采集、存储、动态管理与分析技术，涵盖材料模拟计算、实验室研发、企业全流程生产工艺、产品组织与性能数据。构建一个综合性的材料大数据管理平台系统，实现对材料成分、结构、工艺、组织、性能及服役信息的全面整合。现阶段已形成材料大数据与数字孪生技术、数据驱动材料研发技术和材料数据管理技术，建成包括先进金属结构材料（有色、钢铁）、金属功能材料、陶瓷材料、复合材料在内的数据库及展示平台。为新材料产业链各环节的企业提供全方位的信息服务，帮助材料生产企业了解下游市场需求动态，指导产品结构调整和产能布局优化。主要应用于先进结构材料、先进功能材料和生物医学材料等领域。

■ 成果展示



图1 材料大数据与数字化设计平台



图 2 获批 2030 国家新材料重大专项，成为国家新材料大数据中心主平台的重要节点

307 高端新材料数字化智能化制造技术集成应用

■ 所属单位

河南省科学院材料基因工程研究所

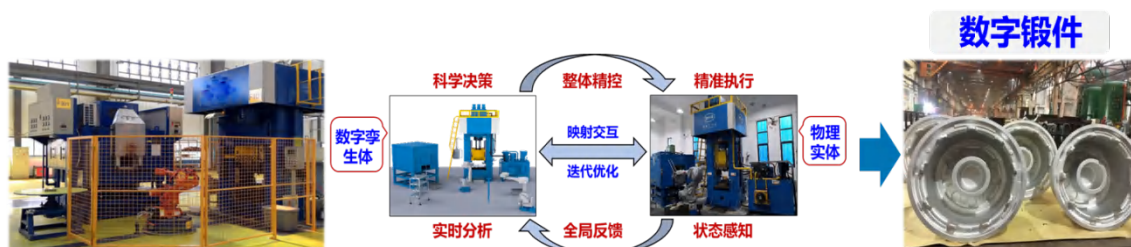
■ 成果简介

本成果在先进计算技术与软件平台、智能实验技术与装备平台、数据库与大数据技术平台等关键技术研究 and 基础平台建设的基础上，以应用目标为导向，强化计算预测、智能实验、大数据技术与应用目标的融合与协同创新，在高端新材料研发应用实现突破。现阶段已研发数字孪生等数字化智能化关键技术，应用于连铸成形与加工设备、材料合成设备、3D 打印设备、锻造成形设备等。开发高性能铜合金、铝合金、镁合金、钛合金、钢、钨钼、战略金属、先进陶瓷、复合材料等高端新材料，进行中试及生产，推动成果转化与应用。主要应用于智能制造与数字孪生领域。

■ 成果展示



图 1 高端集成电路铜合金数字化加工示范线



以数字孪生系统为核心的智能锻造产业示范

图 2 大飞机轮毂智能锻造示范线

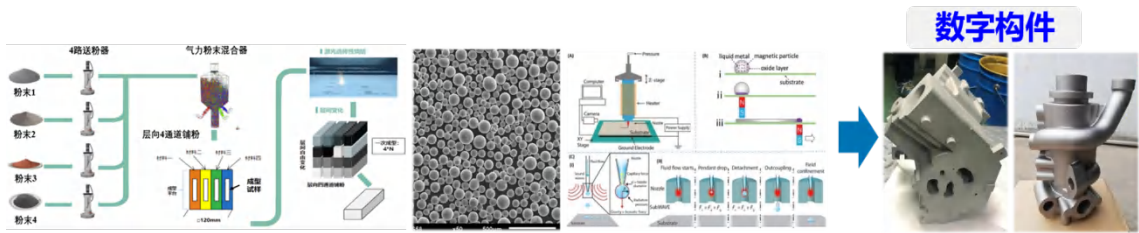


图 3 数字化 3D 打印示范线

308 基于激光的晶圆隐形切割系统项目

■ 所属单位

河南省科学院激光制造研究所

■ 成果简介

本项目聚焦第三代半导体材料SiC、Si等硬脆材料，开展激光隐切和激光剥离等先进激光加工关键技术研究。重点对SiC晶圆超细高效隐形切割的超快激光多焦点划片工艺机制、SiC飞秒和皮秒激光器隐形切割过程中的结构演变和缺陷形成机制、晶圆运动控制技术和定位对准的算法和实现方式进行分析研究，最终设计并制造面向产业化的高精度和高自动化程度的晶圆激光隐形切割设备。该项目完成基础研究到应用研究，形成新的自主知识产权，打造我省及我国新一代激光隐形晶圆划片微加工新装备。对提高我国的IC设备制造水平、打破我国IC制造装备长期依赖进口被动局面、装备制造人才培养及推动我省产业结构转型升级具有重要的现实意义及深远的战略意义。

■ 成果展示



Inner Separator 200

309 基于相变材料的微纳结构光谱发射率动态调控及测量技术研究项目

■ 所属单位

河南省科学院物理研究所

■ 成果简介

本成果为与吉林大学、河南师范大学联合开发-50~600°C光谱发射率动态调控及测量系统，研究温度激励多频电磁耦合机理和光谱控制、飞秒激光脉冲与复合材料之间的物理作用机理、杂散辐射对微纳结构表面辐射信号的影响机制，解决微纳结构表面高精度光谱发射率测量的技术瓶颈。研制的-50~600°C光谱发射率动态调控及测量系统，具有较高的成熟度和可靠性，能够满足市场需求并具备实际应用价值。现阶段实现微纳结构在-50~600°C温度范围内的高精度光谱发射率测量。自研的-50~600°C光谱发射率动态调控及测量系统解决了多变环境下热控应用对光谱发射率的动态调控和精确测量技术难题，达到行业领先水平，拥有完全自主知识产权，应用于建筑节能、光伏冷却、热电转换及深空探索等领域。

■ 成果展示



高温发射率测量系统

310 晶圆级绝缘层上锗(GeOI)材料及 光电子器件

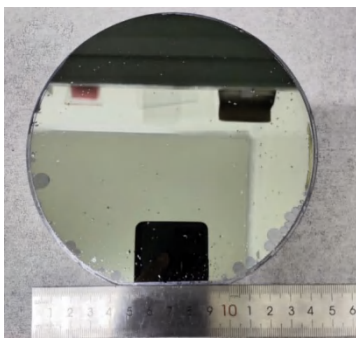
■ 所属单位

河南省科学院物理研究所

■ 成果简介

本成果为与中国科学院半导体研究所联合开发6-8英寸晶圆级GeOI衬底及相关光电子器件，解决锗单晶中没有张应变的瓶颈，实现了低温直接键合及硅背面刻蚀及退火等工艺实现晶圆级、高质量的GeOI制备。研制的6-8英寸晶圆级GeOI衬底及相关光电子器件，能够从根源上打破欧美等国对我国在该领域的技术封锁，项目具有较高的成熟度和可靠性，能够满足市场需求并具备实际应用价值。已实现6-8英寸完整GeOI，锗薄膜位错密度低于 $5 \times 10^6 \text{cm}^{-2}$ ，整体厚度偏差低于10%，锗表面粗糙度低于0.5nm。采用锗外延键合及硅背面刻蚀方法实现大尺寸GeOI晶圆，解决锗单晶中没有张应变的关键问题，达到行业领先水平，拥有完全自主知识产权。应用于高迁移率晶体管、红外硅基光通信及传感等领域。

■ 成果展示



6 英寸 GeOI 晶圆

311 无人平台智能协同系统及关键技术 研究项目

■ 所属单位

河南省科学院物理研究所

■ 成果简介

与中国电科第27研究所联合开发高续航特种无人机产品，突破了传统旋翼类无人机续航能力弱技术瓶颈，将军用技术引入民用领域，成果能够应用到农业、水利等重大民生工程。研制的复合翼无人机，具有较高的成熟度和可靠性，能够满足民用市场定制需求并具备很高的实际应用价值。围绕农业、水利、环境监测、灾情评估等国家和地方经济建设发展需要，研究解决无人平台智能协同方法和系统架构、多传感器智能协同感知、自主智能协同导航及任务规划、多源信息智能融合处理等科学问题，突破智能平台、控制、协同感知、导航、信息融合处理等关键技术。主要应用于农业、水利、气象、环境监测、灾情评估等领域，将军用技术引入民用领域，实现重大民用领域的智能化和无人化。

■ 成果展示



高载重长续航智能复合翼无人机

312 亚麻荠籽功能性成分综合利用关键技术

■ 所属单位

河南省纳普生物技术有限公司

■ 成果简介

本成果开展亚麻荠资源综合利用，开发了亚麻荠籽油制取新工艺，突破了富含高不饱和脂肪酸植物油的稳定性问题，实现了亚麻荠籽油的简单高效提取；开发出具有辅助降血脂功效的亚麻荠籽油微囊；开发出具有舒缓活性的亚麻荠籽油植物组合物以及发酵亚麻荠籽油，突破高不饱和脂肪酸乳化、稳定性等通用问题，开发2个亚麻荠油成分化妆品。亚麻荠具有良好的农艺学特性且不与粮食争地，亚麻荠籽含油率高，亚麻荠籽油富含 α -亚麻酸、神经酸等，本成果的转化与应用可有助于缓解我国植物油供需矛盾，改善居民脂肪酸不均衡的现状，因此本成果具有显著的经济、环境与社会效益。

■ 成果展示



图 1 亚麻荠籽油



图 2 发酵亚麻荠籽油

313 先进遥感载荷与微小卫星创新基地项目

■ 所属单位

河南省科学院空天信息研究所

■ 成果简介

高分辨率光学载荷超精密加工装调测试平台，重点建设1000mm口径光学元件的先进工艺流程；微小卫星总装平台，将满足500kg量级各类小卫星的研制需求，提升小卫星核心技术能力，实现卫星“发射—入轨—服役—离轨”全周期仿真与验证；基地最终可实现集光学加工、相机装调、环境试验、卫星总装为一体的先进微小卫星自主研制与生产。现阶段已突破传统卫星工作模式，缓解幅宽与分辨率之间的矛盾，提升卫星图像采集质量与效率，取得小卫星生产制造资质，为大型通信、导航星座提供制造和集成测试服务。

■ 成果展示

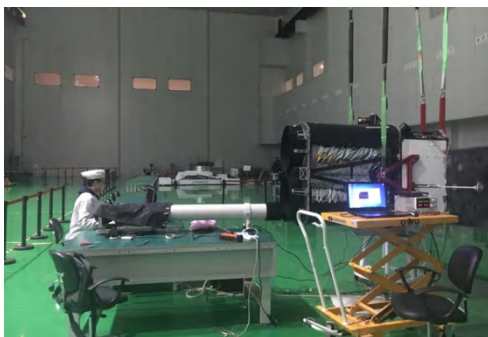


图 1 光学遥感载荷传递函数测试



图 2 光学遥感载荷传递函数测试



图 3 光学遥感载荷精密装调

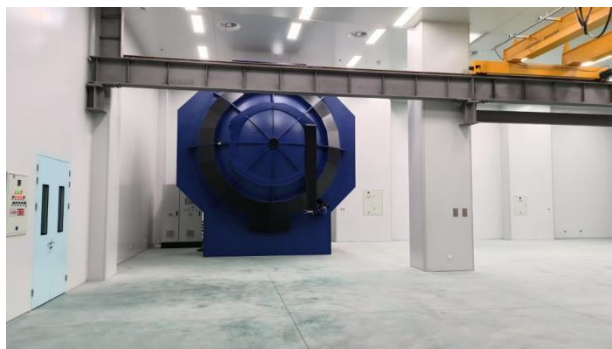


图 4 遥感载荷光学定标



图 5 光学遥感载荷精密测试



图 6 光学遥感载荷精密加工

314 双黄连药渣再利用关键技术研究项目

■ 所属单位

河南省科学院生物研究所有限责任公司

■ 成果简介

与中国科学院微生物研究所和河南福森药业有限公司进行了深入合作研究，解决了中草药生产中药渣废弃物的再利用难题；通过黄芩药渣发酵淡紫拟青霉M14菌株，利用代谢组学检测，挖掘能够应用于生物医药方面的代谢产物。完成了利用废弃的金银花枝叶进行灵芝栽培的研究工作，得到了利用金银花枝叶栽培灵芝的最佳培养基配方。与现有常规培养基栽培的灵芝子实体多糖含量相比可提高5倍左右，灵芝三萜含量最高可提高近2倍。自研的利用金银花枝叶栽培灵芝技术解决了废弃的金银花枝叶再利用的卡脖子技术难题，并利用栽培后的灵芝研制出了一种灵芝茶产品，达到行业领先水平；研制的灵芝袋泡茶产品拥有完全自主知识产权；创新了中药药渣的废弃物再利用模式和传统灵芝栽培技术模式。

■ 成果展示



利用中药废弃金银花枝叶进行灵芝栽培

315 富含 γ -聚谷氨酸微生物菌剂的研发及应用

■ 所属单位

河南省科学院生物研究所有限责任公司

■ 成果简介

通过先进的菌种选育技术，成功筛选出具有高产聚谷氨酸（ γ -PGA）能力的核心生产菌株——纳豆枯草芽孢杆菌。该菌株具有生长速度快、代谢能力强、适应性广等特点。后系统研究了其发酵条件，并通过正交试验和响应面分析法优化发酵工艺，使 γ -PGA 的产量达到了 30g/L，较传统方法提升了 30%以上，大幅降低了生产成本。该产品除含有高效的 γ -PGA，还富含吡啶乙酸、抗菌肽、游离氨基酸等多重营养成分，能够有效刺激种子萌发及作物根系生长，同时抗逆保水、改良土壤，提高作物抗逆性和产量，同时减少化肥和农药的使用量。

■ 成果展示



图 1 富含 γ -聚谷氨酸微生物菌剂产品



图 2 富含 γ -聚谷氨酸微生物菌剂使用效果

316 基于表面等离子激元增强的生物分子检测

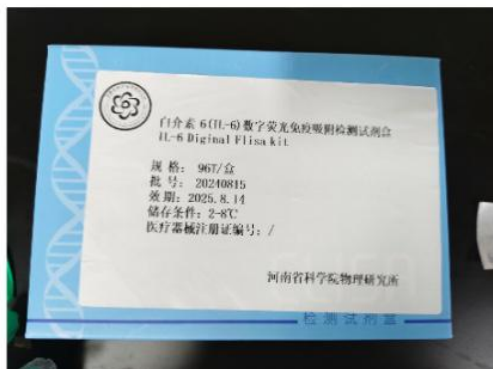
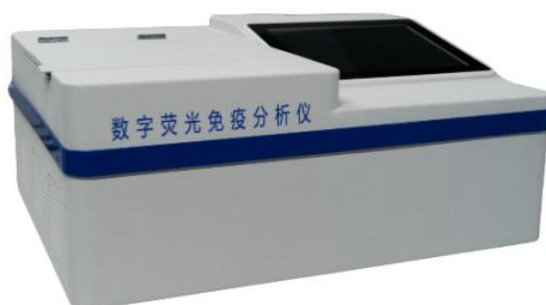
■ 所属单位

河南省科学院物理研究所

■ 成果简介

本成果研制的数字荧光免疫吸附试剂盒和分析系统，实现超高灵敏度（fg/ml）、4-6个数量级线性范围、低成本联检的体外诊断技术，具有较高的成熟度和可靠性，能够满足市场需求并具备实际应用价值。灵敏度和特异性更高、检测范围更宽、可多指标联检。自研的数字荧光免疫吸附和分析技术解决了卡脖子难题，达到行业领先水平，相关技术拥有完全自主知识产权。目前已与省内外多家企业达成合作初步意向。主要应用于生物医疗领域，有望推动现代医药产业链延链补链，助力河南省未来健康产业现代化进程。

■ 成果展示



AD 血液标志物诊断系统相应仪器和试剂盒

317 增产胺的清洁生产工业化应用项目

■ 所属单位

河南省科学院高新技术研究中心

■ 成果简介

增产胺的合成收率低、污染较大、成本高，目前没有适合大量工业化生产的路线，严重影响增产胺的大范围使用。科研人员自主研究开发了增产胺的清洁生产中试工艺，进行了多批次试生产，收率90%以上，生产过程安全，无废物排放，成本与现有工艺相比降低40%左右，授权发明专利6件。成果产品能使作物增产增收，对小麦、大豆、玉米等具有较好的生长促进作用。能与多种元素、农药肥料复配使用，增强植物的抗病能力，提高杀菌效果。建成年产100吨增产胺生产线，已完成车间设计、环评、安评手续办理等。收率更高、环境污染更小、生产成本降低了40%，增产胺生产工艺达到行业领先水平。

■ 成果展示



增产胺生产设备改造及产品

318 盐碱地改良剂研发与推广项目

■ 所属单位

河南省科学院高新技术研究中心

■ 成果简介

土壤盐碱化问题在世界范围内广泛存在，盐碱地改良是世界性难题，极大程度上限制了农业生产和植被生长，已经成为世界灌溉农业可持续发展的资源制约因素。通过反应过程强化---反应挤出工艺连续合成腐植酸接枝丙烯酸聚合物盐碱地改良剂，能使土壤中的盐碱成分离开农作物耕作层，有效降低盐碱地对农作物的胁迫作用，显著提高棉花、大豆、玉米、甜菜、打瓜等作物产量和质量，每亩地增加约 200 元收入，同时降低用水量、提高农民收入、保障粮食安全具有较大的经济和社会效益，应用前景广阔。现阶段完成中试生产，过程安全环保高效；完成新疆多地多点田间试验及示范。

■ 成果展示



盐碱地改良剂在新疆阿勒泰大豆实验田应用效果对比

319 基于辐射制冷机制增强蓝藻结皮治沙的 光功能薄膜产业开发

■ 所属单位

河南省科学院光资源与环境科学研究所

■ 成果简介

本项目利用空气集水技术、辐射制冷技术和光谱调控技术，研制湿度、温度和光谱波长范围可调控的功能性光学薄膜，提出适用于沙土地、荒草地蓝藻结皮的“光皮肤”技术，突破人工蓝藻存活率低的问题，创新的解决荒漠生态环境治理和绿色发展问题。自研的生物可降解辐射制冷薄膜术解决了卡脖子难题，改善近地表生态环境，提高蓝藻存活效率，增强沙漠治理效果，达到行业领先水平，拥有完全自主知识产权。本项目将解决以下关键科学问题：

- (1) 集成基因优化算法与随机散射介质有效Mie理论；
- (2) 利用随机小球实现可见光的选择性透射；
- (3) 辐射制冷超材料冷凝水蒸气再利用。

■ 成果展示



宁夏沙坡头荒漠生物结皮试验田

320 煤造气废水处理一体化成套技术、设备 开发与推广

■ 所属单位

河南省高新技术实业有限公司

■ 成果简介

煤造气废水具有高COD、高氨氮、高盐的特征，存在处理成本高、工程投资大、处理过程产生的二次污染物多等问题，项目采用微生态系统构建及膜材料制备技术，开发了短流程、高效率、低成本的煤造气废水处理工艺技术及设备，实现煤化工废水高效低成本处理，促进化工企业节能降耗，提高经济效益和生产效率。煤造气废水经过一级生物处理后，COD降至200~350mg/L，氨氮在100~300mg/L，经BAF工艺段处理后COD最低达到30.8mg/L，经二级A/O池进行生化处理氨氮达到2.1mg/L。以一体化水处理设备运行试验为参考，经水处理材料、药剂、人工、电耗成本核算，总运行费用控制在15元/吨左右。

■ 成果展示



高氮废水处理中试装备图

321 牡丹囊泡化妆品原料开发研究

■ 所属单位

河南省高新技术实业有限公司

■ 成果简介

本项目首次提出一种经济高效的牡丹新型提取物的制备方法，力争突破牡丹囊泡规模化制备技术瓶颈，推动牡丹研究成果的应用转化。利用囊泡膜良好的生物安全性与相容性，旨在开发一种新类型牡丹原料。同时也期望为其他植物囊泡原料开发提供借鉴，期望为拓展植物提取研究提出新思路。现阶段利用本项目方法取得高质量（颗粒数不小于 109/mL）的牡丹囊泡，在 0.1% 的浓度下仍具有促进 Haca 细胞增殖的效果，在抗衰修复方面具有巨大的潜力。

■ 成果展示

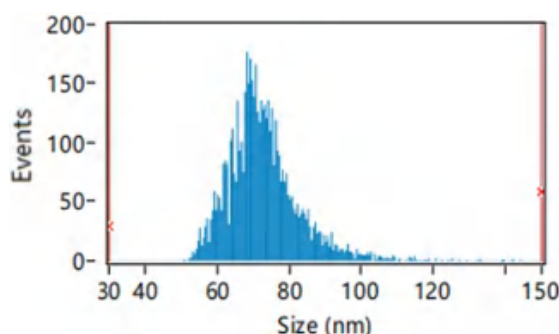


图 1 透射电镜图



图 2 粒径分布图

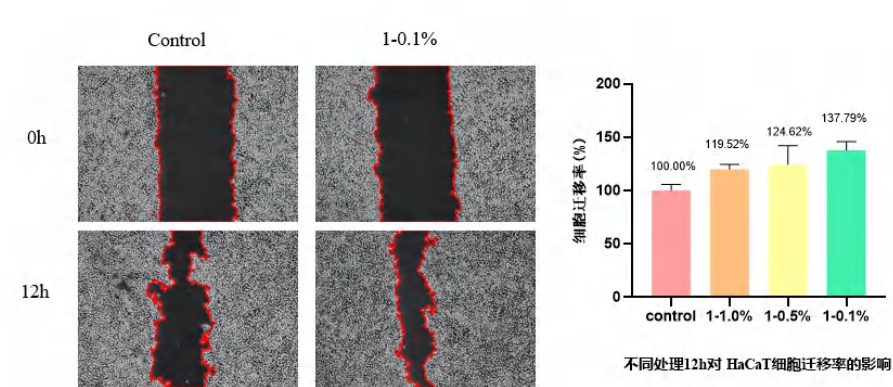


图 3 不同处理 12h 对 HaCaT 细胞迁移率的影响

322 白僵蚕化妆品原料的产品开发与应用

■ 所属单位

河南省高新技术实业有限公司

■ 成果简介

与中国科学院昆明动物研究所云南省多肽研究与利用重点实验室联合，采用酶解技术、CO₂超临界萃取技术制备白僵蚕活性成分，利用分子生物学技术，结合人体功效评价等开发以白僵蚕为核心的全系列护肤产品。现阶段已完成白僵蚕活性成分提取纯化工艺优化，解决白僵蚕致敏性问题，增强白僵蚕美白功效。拟与上海伽誉生物科技有限公司、郑州伊莱恩生物科技有限公司展开合作。未来将结合嵩县白僵蚕养殖优势，拓展白僵蚕应用领域，形成白僵蚕养殖、开发、应用及推广全产业链。

■ 成果展示



白僵蚕

323 河南省黄河流域地表水环境“空天地” 一体化遥感动态智能监测关键技术研发 与应用示范项目

■ 所属单位

河南省科学院地理研究所

■ 成果简介

针对黄河流域地表水环境特点，基于星机地协同观测技术，构建河南省黄河流域地表水环境遥感立体协同观测技术体系，形成河南省地表水环境遥感常规监测与应急响应技术能力。开展典型水体水质参数遥感反演及识别关键技术研究，构建河南省典型地表水体遥感监测数据库、模型库和产品库。发展典型水体水质参数遥感评价技术方法，利用遥感产品开展示范区典型水体参数长时序变化研究。研发地表水环境遥感监测系统，为河南省黄河流域地表水环境遥感常规监测和应急响应提供系统平台。

■ 成果展示



河南省黄河流域地表水环境遥感监测系统

324 文化遗址多源空间信息获取模式与 三维重建

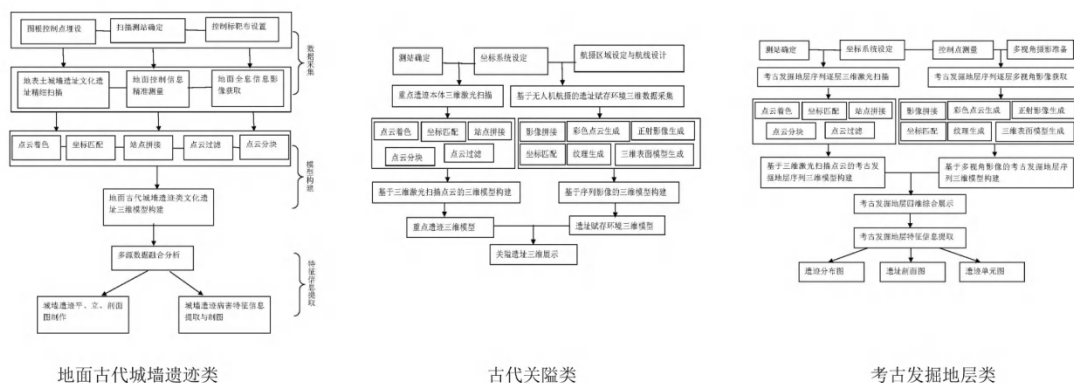
■ 所属单位

河南省科学院地理研究所

■ 成果简介

项目通过对郑州商城遗址、洛阳函谷关遗址、开封顺天门遗址等3个遗址三维数据采集、建模和建库，研究了面向对象的文化遗址多源三维信息采集与建模的适用技术及模式，研究了基于三维信息与三维模型的遗址特征提取技术与方法。项目研究成果满足不同类别遗址三维数据采集的个性化和专题性的需求，实现了基于遗址三维模型的遗址平、立、剖面图的数字化、精确化制作方法与技术流程，进而实现文化遗址时空信息的精细化、数字化、精准化采集、记录、解译与数字制图和时空分析。

■ 成果展示



不同类型遗址三维空间信息采集与建模技术方法流程

325 金属双原子催化氧还原反应的理论模拟研究

■ 所属单位

河南省科学院智慧创制研究所

■ 成果简介

本项目通过复合催化剂催化ORR产生记忆规模化的数据集，以电子自旋（自旋大小、变化和轨道分布等）为切入点，研究其与吸附能、电子转移、d轨道中心位移等的关系，以及它们和反应势垒、吸放热、过电势等的关系，找到明确的数学依赖关系，建立电子自旋相关催化描述符。基于自旋催化描述符，通过探究杂原子掺杂、缺陷、价态、电荷态、外场、单原子助剂及载体等对自旋的影响，利用人工智能（AI）和机器学习工具，发展一种可量化、精准预测的智能模型，基于该模型发展新的自旋调控手段，实现双原子催化剂的定向调控，为双原子催化剂的调控提供一个新的维度。

■ 成果展示



电子自旋调控催化活性

326 基于机器化学家的高熵催化剂精准合成

■ 所属单位

河南省科学院智慧创制研究所

■ 成果简介

本项目聚焦功能小分子催化转化研究范式中的信息化、精准化、智能化，融合量子力学底层规则，以第一性原理计算、分子动力学模拟为理论基础，以大数据、人工智能、机器人为技术手段，构建自动化进行高通量实验、对复杂关联性进行主动解耦合、智能指导化学实验设计、制备、表征、测试全流程的机器化学家平台。颠覆传统合成化学研究范式，打造从设计、制备到表征全流程自动化的智能合成机器化学家，建立新的构效关系模型和理论，实现高熵催化材料的高效、精准合成，研发符合国家战略需求的能源化学体系与关键材料，推动合成化学、材料设计、绿色能源等领域的变革。

■ 成果展示



理实交融的机器化学家系统全流程

327 数据智能驱动有机合成精准定量分析

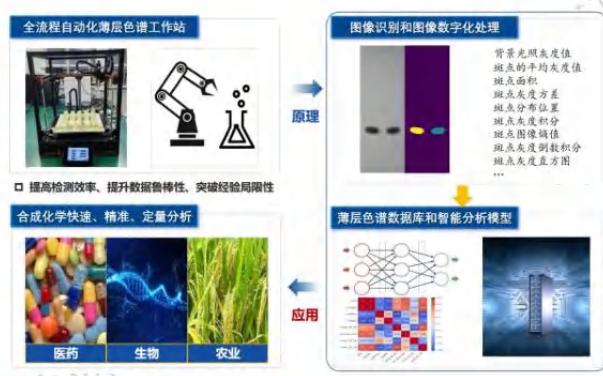
■ 所属单位

河南省科学院智慧创制研究所

■ 成果简介

本项目致力于解决传统薄层色谱分析技术在面临合成化学定量检测时如何提高检测效率、提升数据鲁棒性、突破经验局限性、实现精准定量检测等问题。采用大数据、人工智能、机器人等前沿技术手段，以薄层色谱分析方法为基础，构建数据智能驱动的薄层色谱智能分析平台。同时我们还将结合图像识别对薄层色谱的光斑进行图像数字化处理得到多维特征参数，并建设高质量薄层色谱数据库，通过机器学习训练和预测机器采样的数据，优化智能数据模型，建立薄层色谱智能分析系统，实现合成化学的高效、快速、精准定量分析。此项研究有望为合成化学带来定量检测模式的变革，突破薄层色谱技术的局限性，使其能够应用于合成化学的快速定量分析，实现目标分子的高效、快速、精准合成，更好的服务于医药生物、农业等国家亟需发展的战略领域。

■ 成果展示



自动化薄层色谱工作站原理及应用

328 Zn掺杂材料催化环己烷低温热源 脱氢机制研究

■ 所属单位

河南省化工研究所有限责任公司

■ 成果简介

公司研发的脱氢催化剂，具有较高的成熟度和可靠性，大幅度降低反应温度，能够满足市场需求并具备实际应用价值。现阶段可完成环己烷脱氢温度降低至280°C；进料体积空速0.3，选择性99%以上，转化率95%以上；大幅度降低反应温度，将反应温度降低至蒸汽温度区间，为采用蒸汽作为热源提供了可能。应用于尼龙生产和有机液体储氢，有望推动我省尼龙产业链和新能源产业链的提质增效。

■ 成果展示



图 1 球形脱氢催化剂



图 2 规整脱氢催化剂

329 基于功能纤维的恶臭气体净化技术

■ 所属单位

河南省科学院化学研究所有限公司

■ 成果简介

该成果以腈纶纤维、棉纤维或聚丙烯纤维为基体材料，通过纤维结构中反应性基团（如腈纶纤维中的氰基）与改性剂间的特殊化学反应（水解反应、加成反应等），将含特定杂原子的官能团引入基础纤维骨架材料上，从而制备得到一系列具有离子交换、络合/螯合、吸附、催化等功能的纤维材料。将功能纤维制成针刺布，并以其为净化滤层，当废气透过滤层时，废气组分与功能纤维材料上的官能团充分接触，通过离子交换、络合/螯合、吸附等过程，快速去除废气中的污染物质（如 NH_3 、 H_2S 、硫醇、有机胺、有机酸等）。采用稀酸/稀碱溶液对吸附后的功能纤维材料进行喷淋再生，恢复滤层的吸附性能，实现滤层的循环使用。该成果具有占地面积小、配置灵活、操作简便、运行稳定等特点，已在污水处理厂、污泥处置中心、垃圾中转站等恶臭气体排放场景应用，恶臭气体处理后达标排放，取得了显著的社会、经济和环境效益。

该成果经中国环境保护产业协会组织的专家委员会鉴定具有国际先进水平，且该成果技术已入选 2024 年《国家污染防治技术指导目录（鼓励类）》、《中国环境保护产业协会生态环境保护实用技术装备和示范工程名录》和《河南省绿色低碳先进技术成果目录》。

■ 成果展示

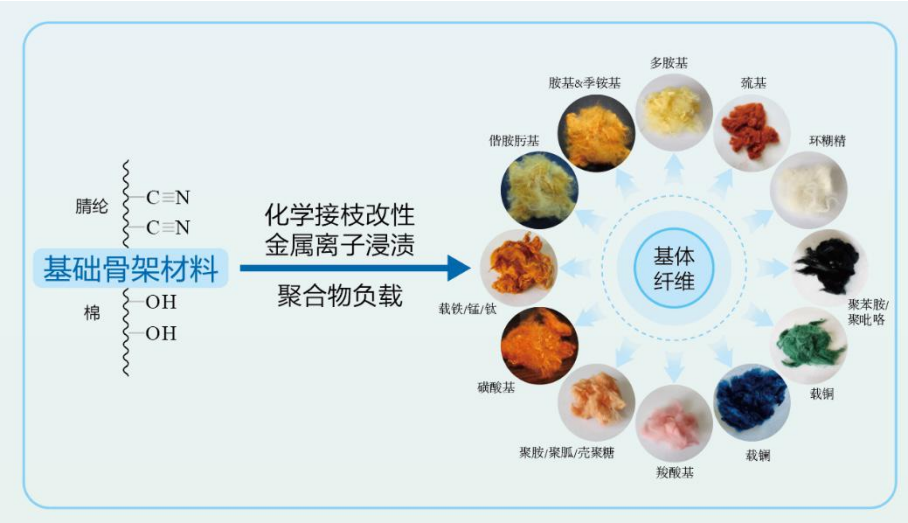


图 1 系列功能纤维材料



图 2 污水处理厂除臭净化系统工程现场

330 聚碳酸酯多元醇

■ 所属单位

河南省科学院化学研究所有限公司

■ 成果简介

聚碳酸酯多元醇作为一种性能优异的低聚物多元醇，一直以来被誉为聚氨酯材料行业的明珠。聚碳酸酯多元醇兼具聚醚和聚酯多元醇的优点，具有更优良的力学性能、耐水解性能、耐热性、耐氧化性、耐摩擦性及耐化学品性等性能，广泛应用于合成水性聚氨酯乳液、热塑性聚氨酯弹性体、聚氨酯涂料、聚氨酯胶粘剂、高档合成革及降解塑料等领域。项目采用国际上先进的酯交换法合成技术，高效催化的聚碳酸酯多元醇产品收率达到 97%以上，分子结构和分子量可按材料性能要求进行调控。相对国际同类产品，该项目产品色度更低（APHA-10mm≤50）。工业化产品经国内聚氨酯新材料领军企业的全面测评，完全可以取代进口。系列产品在河南、湖北、上海和广州等 20 多家知名聚氨酯企业推广应用，经济、社会效益显著。

■ 成果展示

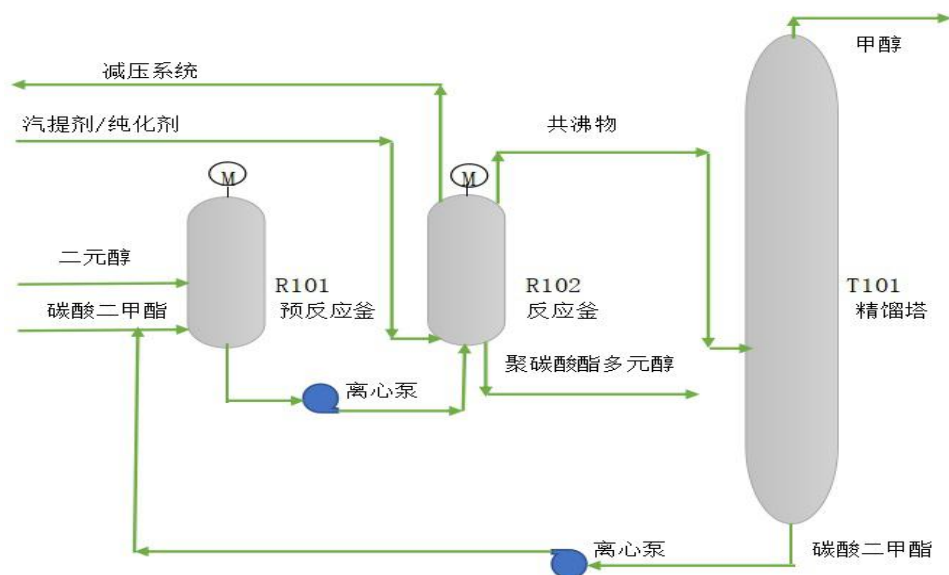


图 1 简易工艺流程图



图 2 产品应用图



图 3 固态和液态产品图

331 多波长半导体激光治疗仪

■ 所属单位

河南省科学院激光制造研究所

■ 成果简介

本项目以医疗激光光源为核心技术基础，重点围绕医用高功率激光、光电医疗等前沿领域开展研究，致力于激光医疗仪器及智能健康装备的研发与产业化。项目旨在开发高性能医用激光光源及设备，通过突破多芯片集成封装散热技术、光束整形技术及非相干合束功率放大技术等关键技术难题，研制出具有高可靠性、高功率输出、中心波长可调谐的先进医用激光光源。

在此基础上，项目将开发系列化激光治疗仪产品，涵盖皮肤治疗、外科手术、康复理疗等多个医疗场景，实现多功能集成治疗。同时，项目将融合智能传感与人工智能技术，通过实时监测治疗参数，提升设备的精准控制与治疗效果评估能力，推动激光医疗设备的智能化升级。通过持续的技术创新与产业化应用，项目将助力提升我国高端医疗设备的自主研发能力，推动激光医疗技术在临床治疗中的广泛应用，为患者提供更高效、更安全的个性化治疗解决方案。

项目研发的多波长半导体激光治疗仪基于激光光热效应原理，通过靶组织中血红蛋白和水分子对不同波长激光的吸收特性差异，实现精准靶向治疗。该仪器采用 980nm、1470nm 和 650nm 三种波长激光，通过更换治疗手具，精准作用于人体组织，对周围组织微创伤，同时具有止血凝固、消炎止痛的作用，帮助术后快速修复。

应用领域：该仪器可用于对靶组织的加热、切除、汽化、消融、止血、凝固、辅助脂肪分解和理疗等。

技术优势：

- 1.智能化控制，操作简单，维护方便；

- 2.针对不同病症，可选择单一波长和混合波长输出；
- 3.多功能应用，微创治疗，达到良好治疗效果。

■ 成果展示



图 1 多波长半导体激光治疗仪



图 2 多波长项目的应用范围

332 3D XRAM新型存储器项目

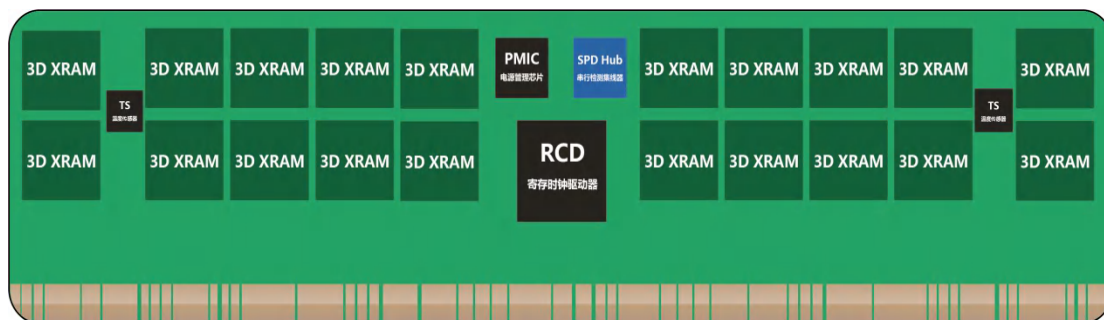
■ 所属单位

河南省科学院集成电路研究所

■ 成果简介

3D-XRAM 新型存储器是存储器未来发展的重要方向。该存储器具有速度快、寿命长、读写能耗低、抗辐照能力强等突出优势，是目前已知的综合性能最优的非易失性存储器，能够实现读写延迟不到闪存（NAND Flash）的千分之一，可读写次数比闪存高一百万倍，存储容量是动态随机存储（DRAM）的两倍以上，且断电后能长期保存数据。集成电路所在芯片设计、版图、验证、器件等多个方面持续开展新型存储器核心技术攻关，整理出全流程的 80 多类关键核心技术，涉及到新型存储材料、器件结构、存储阵列、电路架构与设计实现、工艺技术与工艺集成等，预计在样品开发的三年时间里能够成功申请至少 500 项专利。

■ 成果展示



3D XRAM 在 RDIMM 模组上的分布示意图

333 电子束辐射接枝绿色制备高性能碱性电池隔膜关键技术与应用

■ 所属单位

河南科高辐射化工科技有限公司

■ 成果简介

本项目围绕电子束辐射接枝绿色制备高性能碱性电池隔膜关键技术与应用开展研究，解决了辐射接枝技术需在防护条件下完成，工程化技术难度较大、大型排气式碱性蓄电池需要频繁维护、极端环境条件下高低温适应性及高倍率充放电性能差等技术难题，弥补了国内轨道交通车用蓄电池技术与进口产品的差距，打破了国内高铁、民航等高端领域备用电源由进口产品垄断的局面，推进了轨道交通领域备用电源的国产化进程。现阶段发明了适用于大型排气式碱性蓄电池的具有“三明治”结构特点和微透气功能的非织布/微孔膜/非织布三层复合碱性电池隔膜。开发了多孔膜静态、动态和连续化电子束辐射接枝等新工艺及装备。

■ 成果展示



大型排气式碱性蓄电池专用隔膜

334 量子遥感融合微小卫星01星平台与地面运控及应用系统

■ 所属单位

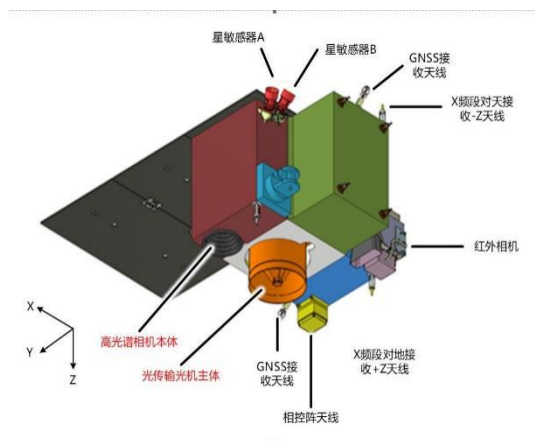
河南省科学院空天信息研究所

■ 成果简介

本项目目标为研制可以搭载量子密钥分发终端和高光谱相机的微纳卫星平台，研制地面应用系统，支持量子和遥感的实用化应用，服务国家战略需求。现阶段突破卫星高精度指向关键技术攻关，研制可以搭载量子密钥分发终端和高光谱相机的微纳卫星平台。完成与载荷的整星测试、实验和发射，研制地面应用系统，实现和光纤量子网络的互联互通。

量子遥感融合微小卫星平台，搭载有效载荷，研制地面应用系统，在国际上首次实现白天星地量子密钥分发实验，开展遥感融合应用演示，将河南建设成为天地一体化量子保密通信网络的重要支点，推动量子保密通信应用示范和产业的发展。

■ 成果展示



量子遥感融合微小卫星 01 星星外单机布局示意图

335 纳米纤维素绿色可调控制备及其在功能 复合材料方面的应用

■ 所属单位

河南省科学院能源研究所有限公司

■ 成果简介

研发人员开发TEMPO催化剂循环利用技术，有效减少资源浪费，降低制备成本；开展具备超疏水特性的高雾、高透光管理薄膜材料制备研究，有效提升光源利用率；开发钠离子电池用纤维素基复合隔膜材料；开发一系列高雾、高透隔膜材料等。现阶段高透高雾度薄膜材料的雾度达到90%，透光率接近90%；纤维素基钠离子电池隔膜材料经循环1000次后，容量保持率95%，同时具备优异的高倍率及循环特性。

■ 成果展示



图 1 所制备的高透高雾光管理薄膜紧贴标志物的状态

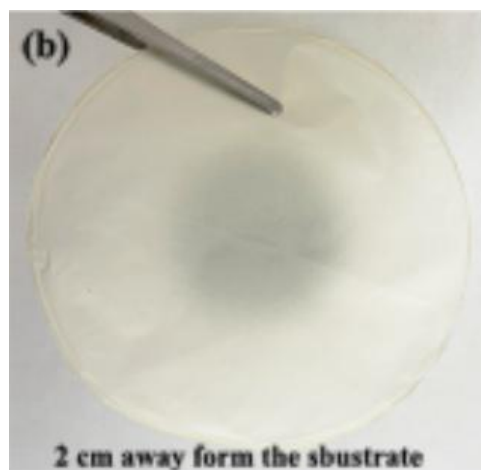


图 2 薄膜距离标志物 2 cm 后的状态

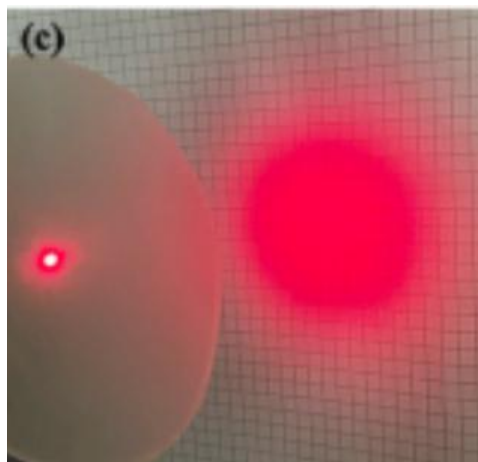


图 3 直径 4 mm 的激光点打在薄膜以后散射在方格纸形成巨大散射光斑

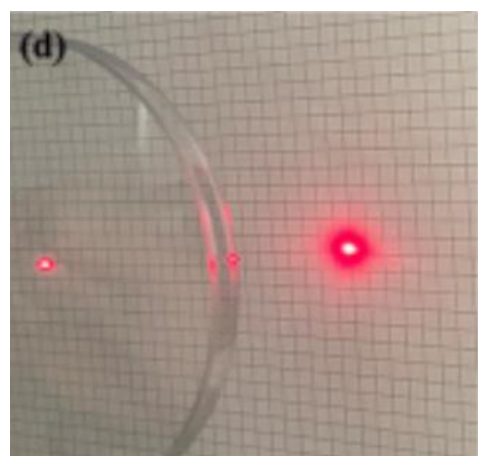


图 4 相同光源打在高透明聚苯乙烯 (PS) 培养皿后散射在方格纸上形成微小光斑

336 钠离子电池项目

■ 所属单位

河南省科学院物理研究所

■ 成果简介

该项目核心技术源于曹余良老师团队，成果已成功应用于国家电网公司、深圳达士科技有限公司、尧山实验室等。研制焦磷酸铁钠正极材料，具有较高的成熟度和可靠性，合作企业产能及产品质量位于全国前茅，已具备规模化生产能力及实际应用价值。针对钠离子电池负极产业化需求，研发低成本、高性能硬碳负极材料。更高的安全性，可以通过针刺实验，超长的超过5000次的循环寿命，良好的低温性能及倍率性能。自研的复合焦磷酸铁钠正极材料解决了卡脖子难题，达到行业领先水平，NFPP正极材料拥及生物质硬炭负极材料有完全自主知识产权。该项技术成果完成A轮融资，2023年建成国内首条NFPP钠离子电池产线，2024年10月国内首条NFPP万吨产线投产。

■ 成果展示



钠离子电池小型 Pack

337 年产500万m²背光源基板制备关键技术研发及产业化项目

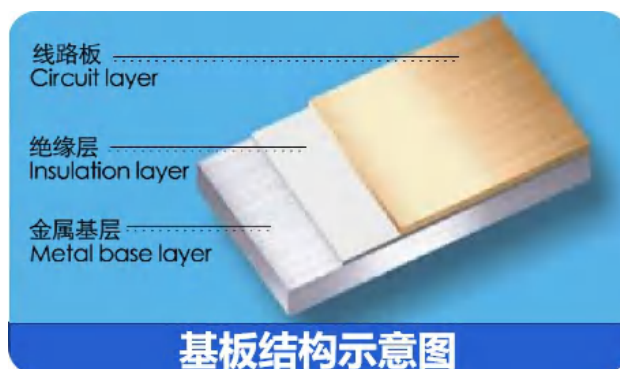
■ 所属单位

河南省科学院应用物理研究所有限公司

■ 成果简介

本项目针对当前高导热、高耐压成为新一代电子信息、TV、5G等新兴产业需求，开发适合其应用的高热导率、高稳定性、高电绝缘性、高强度和平整性以及芯片相近的热膨胀系数技术。全面突破背板光源基板关键技术，为河南省铝基新材料产业链提供核心动力，实现基板物理性能的有效利用和效能提升，为高热导率领域用户新材料产品关键组件提高场景应用底座。背光源基板新材料具有导热系数高、配线密度高、重量轻、厚度薄、高耐压的特点，被广泛用于TV和汽车照明等产品，是该领域的基础性衬底材料。提升了基板材料的效能和物理性能，完成了多项LED封装基板工艺优化技术，将基板制备工艺温度降低100摄氏度左右，产品热导率提升300%以上。

■ 成果展示



背光源基板结构示意图

338 基础设施长寿命服役：混凝土结构钢筋腐蚀靶向治理

■ 所属单位

河南省科学院化学研究所

■ 成果简介

随着我国“海洋强国”“一带一路”“双碳战略”等实施及国家水网建设的不断推进，海洋水利等基础设施建设运维需求与日俱增，钢筋混凝土结构在海洋水利等基础设施中发挥了不可替代的作用。在海洋、除冰盐、盐碱地等高氯盐环境下，因氯盐侵蚀引发的钢筋混凝土结构腐蚀问题是工程界一直难以攻克的国际性难题，开发钢筋长效腐蚀防护技术是保障钢筋混凝土结构长寿命服役的迫切需求。

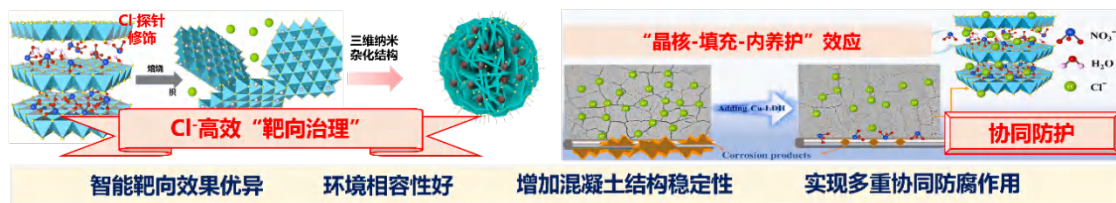
针对混凝土结构钢筋易锈蚀、氯离子侵蚀不可逆的国际难题，以“氯盐靶向治理、高效协同阻锈”为目标，在国际上率先创建了“氯离子靶向识别治理协同阻锈”创新理论于技术体系，实现了钢筋混凝土结构氯离子靶向捕获-腐蚀位点精准识别-锈蚀区域高效修复的“三维一体”协同防护。研究成果经专家组评价认为：“技术整体处于国际领先水平”，获 2022 年海洋科学技术奖一等奖。

基于“混凝土结构钢筋腐蚀靶向治理”创新技术成果，团队与多家企业合作建成了省部级工程中心 1 个，混凝土结构防腐蚀野外适应性暴露站 4 个，产学研基地 2 个，中试生产线 1 条，实施先进实用技术推广 1 项，并成功应用于海港码头、桥梁隧道、水库大坝、风电设施等 50 余项海洋水利工程设施，大幅提升了严酷环境下钢筋混凝土结构的免维护周期，保障了工程结构的安全服役运行，创造了巨大的经济社会效益。

■ 成果展示

国际领先技术：钢筋混凝土靶向阻锈产品

产品阻锈效率全球领先，使用后可**延长**钢筋混凝土设施服役寿命20年



获得奖项	跨海大桥、沉管隧道、港口码头腐蚀修复	滨海工业厂区结构修复
证书 中国科学院郑州新兴产业技术研究院 第一届全国博士后创新创业大赛 获奖证书 银奖		

钢筋混凝土靶向阻锈产品与应用

339 二氧化碳合成全生物降解塑料的大规模 减碳技术

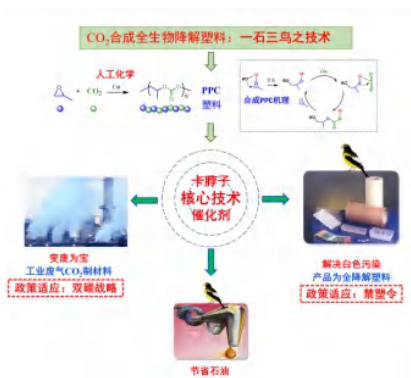
■ 所属单位

河南省科学院化学研究所

■ 成果简介

二氧化碳的高效固化是减轻“温室效应”和解决“白色污染”的有效途径。进行CO₂合成聚碳酸酯的催化剂分子设计与合成，重点研究非金属双组份及单组分催化剂的活化机理、催化反应动力学及共聚物结构与性能关系；为实现CO₂高效转化利用提供理论支撑，对减少CO₂排放、实现国家“3060”双碳战略目标做出贡献。通过本项目研究，在河南省形成适合大规模推广的百万吨级产业化工程技术包，建立年利用二氧化碳合成150万吨全生物降解塑料的产业集群（减排二氧化碳50万吨，相当于25万辆汽车1年的二氧化碳排放量，每生产10万吨生物降解塑料的总能耗不超过5000吨标煤），实现产值300亿元。为CO₂减排及化学利用建立示范基地，成为双碳战略的标志性成果。

■ 成果展示



CO₂合成全生物降解塑料

340 地面建筑核生化灾害防御系统

■ 所属单位

河南省科学院化学研究所

■ 成果简介

根据建筑的暖通系统布局，进行精准设计。通过建筑气密、差压防护、滤毒通风技术，保障建筑内部人员安全。该系统也可用于建筑内部的疫情防控，生物恐怖防御等。

应用领域为公共安全。

■ 成果展示



建筑物核生化灾害防御系统布局示意图

341 恩替卡韦全新合成工艺

■ 所属单位

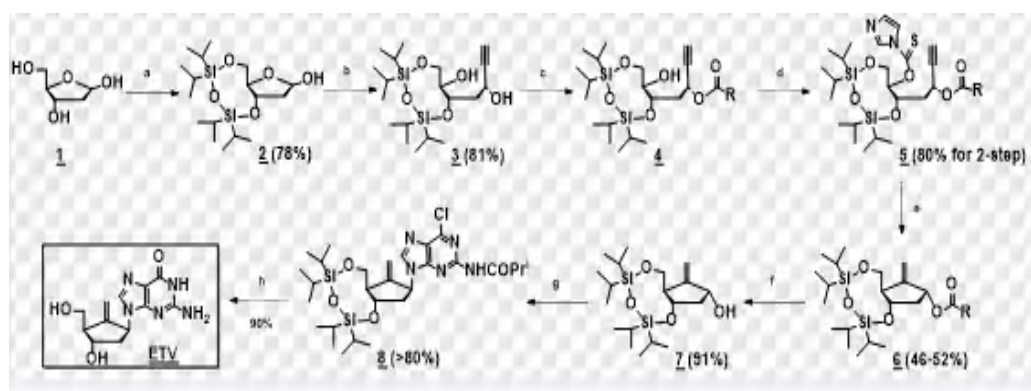
河南省科学院化学研究所

■ 成果简介

一种全新的恩替卡韦生产工艺，选取廉价的2-去氧核糖为原料，通过自由基环化等8步反应就可得到恩替卡韦，该工艺是迄今最为高效的恩替卡韦合成方法，API合成总产率高、成本低，可以控制恩替卡韦原料药成本在10万元/kg以下，具有广阔的产业化前景，已授权国家发明专利。

应用领域为生物技术与医药等。

■ 成果展示



恩替卡韦合成工艺

342 基于量子科技的护眼生态

■ 所属单位

河南省科学院新型显示技术研究所

■ 成果简介

鉴于现阶段日渐严峻的用眼卫生问题，研究所应用量子材料光转化效率高、光谱完整等优势，结合现有的照明和Micro/Mini-LED显示技术，开发出了一系列健康护眼显示及终端产品，解决教室办公光环境中的蓝光危害问题，搭建视力友好的护眼生态。显色指数更高、色温更好、能效提高了10%。量子材料护眼技术区别于传统的蓝光去除，是将有害波长蓝光转化成友好蓝光波长，并且补全视力友好的近红外波段。在绿色低碳的同时，解决了光环境不友好的问题；区别于现如今传统微晶等防眩光技术，利用纳米微球（散射粒子）和微气泡成型技术，解决光直射引发的眩光问题，显著的降低了成本。应用于室内照明，有望推动新型显示与智能终端产业链延链补链，助力河南省制造业升级。

■ 成果展示

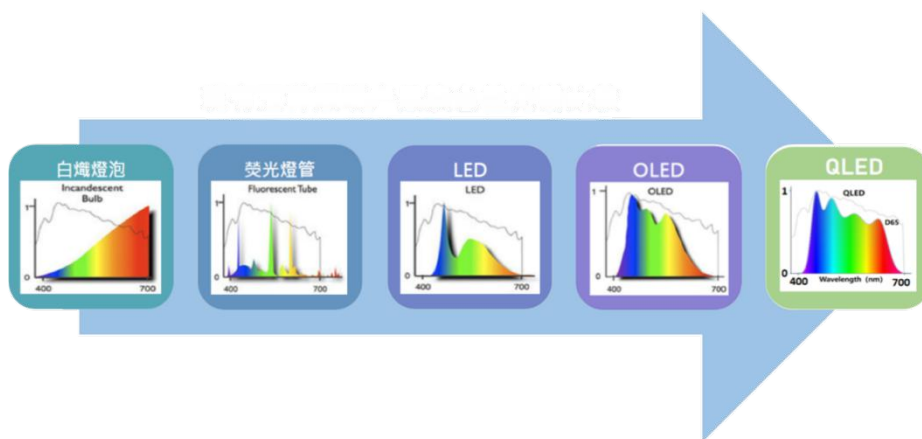


图1 现有五种照明产品演色性光谱比较

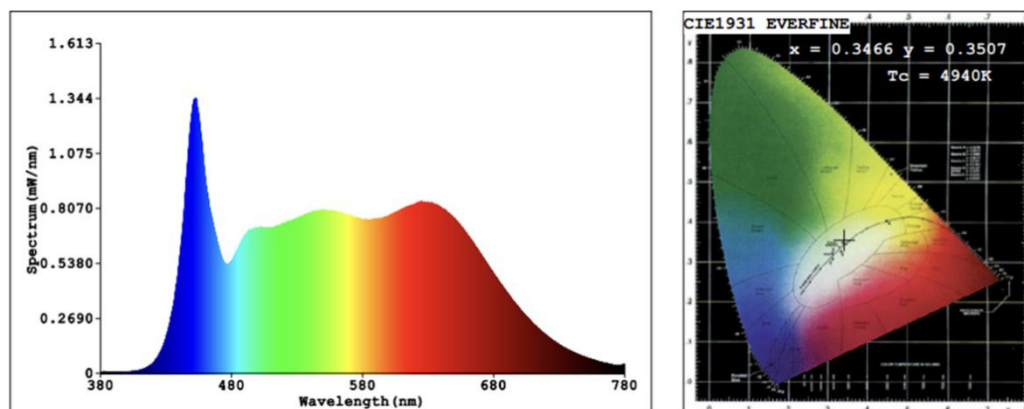


图 2 量子点方案：经过过滤和转换，把有害的 450nm 蓝光部分转换，实现护眼功能

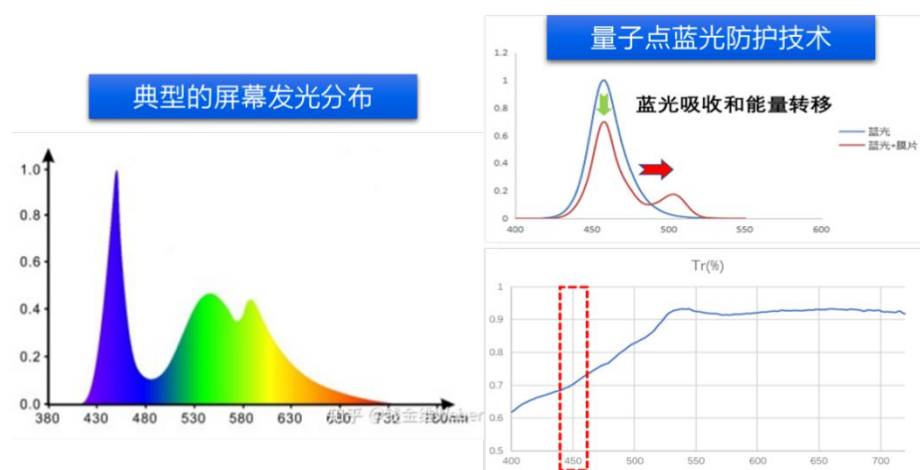


图 3 量子点健康照明原理

343 基于构效关系粗锡电解精炼绿色添加剂的结构设计优化与工艺研究

■ 所属单位

河南省冶金研究所有限责任公司

■ 成果简介

采用基于构效关系的研发策略，以解决传统“尝试-验证”筛选粗锡电解精炼添加剂存在的效率低、性能不理想的难题；通过机理研究、技术创新、工艺优化，开发出绿色环保的粗锡电解添加剂体系，实现粗锡电解精炼工艺的有效运行，提升相关企业的经济效益和技术生产水平，引领行业内其他有色金属二次资源回收企业生产技术水平整体提升。在电解液稳定性方面，TA与SL的组合使用具有取代CSA的内在条件。

■ 成果展示



稳定性试验

344 水导激光精密加工技术及装备

■ 所属单位

河南省科学院激光制造研究所

■ 成果简介

水导激光精密加工金刚石技术：无需调焦，可在非平面进行3D切割；加工热影响区小；切口表面质量高，无损伤；切缝平行度高，切割质量好，加工效率高；切缝窄，切割损耗少。水导激光精密加工设备主要工业应用实例：钻石切割/刻面；碳化硅晶圆滚圆/切割；超硬刀具加工；航空发动机热端部件气膜孔加工。

核心技术：

(1) 水-光耦合对准系统：自动化调节，集成化设计，操作简单，对准效率高，系统稳定性好；

(2) 高质量喷嘴设计加工技术：加工精度高，微孔表面质量好，微孔水射流稳定长度长，水光耦合质量高；

(3) 水-光-气协同控制系统：实时采集监测系统数据，配合水-光-气智能化协同控制算法，确保水束光纤的稳定性和水光耦合的准确性，保障系统稳定运行。

■ 成果展示



Laser Micro-jet 150

345 高附加值纳米粉体宏量化制备及应用

■ 所属单位

河南省科学院激光制造研究所

■ 成果简介

本制备技术是具有自主知识产权的通用化激光等离子体纳米粉体制备技术。核心设备-智能化装备集成：工艺流程简单；靶材适用范围广；产品纯度高；尺寸分布均匀可控；能源利用率高。双源功率可达 450 kW，生产效率是国外技术 3 倍以上。

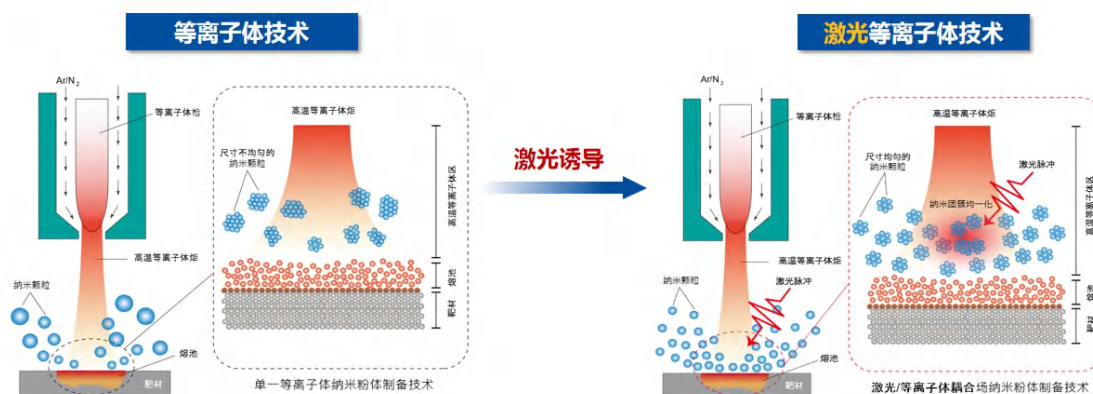
核心产品：

(1) 纳米镍粉，尺寸：30~50 nm ；

(2) 纳米铜粉，尺寸：40~60 nm ；

扩展产品：纳米硅碳负极、MLCC用纳米浆料、纳米肥料。

■ 成果展示



等离子体技术&激光等离子体技术

346 铥光纤激光泌尿碎石仪

■ 所属单位

河南省科学院激光制造研究所

■ 成果简介

光纤铥激光器输出1940 nm波长，与水吸收峰值非常接近，水吸收系数是固体铥激光的2倍，钬激光的4.3倍，相同能量设置下能实现更优的碎石效果。

高分辨率触控屏：10.1寸高分辨率触屏，操作界面简洁，可实现医院信息化管理；光纤合路耦合系统：光纤到位检测触板，输出SMA905接口（光纤芯径 $\geq 200\ \mu\text{m}$ 、 $\text{NA}\geq 0.22$ ），输入SMA接口（光纤芯径 $\leq 25\ \mu\text{m}$ 、 $\text{NA}\leq 0.11$ ）；医用光纤：光纤直径400 μm ，标准SMA905连接头。

TFL-60铥光纤激光泌尿碎石仪1940 nm波长，组织穿透深度仅为0.1 mm，搭配医用光纤，进行腔内介入式手术，光纤到位检测、接口温度监测、激光功率监测、安全保护光闸，采用微电脑设定参数，数字式显示工作状态，具备紧急终止装置，操作方便。

■ 成果展示



TFL-60 铥光纤激光泌尿碎石仪实物图

347 超导与强关联物理实验平台

■ 所属单位

河南省科学院量子材料与物理研究所

■ 成果简介

高压综合极端条件制备与表征平台主要聚焦于新型量子功能材料的常压和高压合成，及量子功能材料的高压、低温、强磁场综合极端条件物性调控，研究材料的新奇物性以及背后的物理机制；计算平台主要研究方向为多尺度非平衡生长软件包的研发、关联电子的量子蒙特卡洛计算、材料生长及结构预测等方向；量子材料薄膜精控制备及原位表征测量真空互联系统主要用来制备氧化物、氮化物、二维材料、金属和磁性薄膜等材料体系，可以实现原位实时监控薄膜的生长过程，并进行原位表征。

■ 成果展示



图1 六面顶液压机



图2 6-8二级推进高压装置



图3 高压电学、磁学测量系统



图4 变温高压拉曼光谱测量系统

348 基于辐射降解和机械化学改性技术的纳米纤维素绿色宏量制备新技术

■ 所属单位

河南科高辐射化工科技有限公司

■ 成果简介

采用电子束辐射降解代替常规的化学降解，无需使用任何化学试剂；可通过控制吸收剂量定量控制降解程度，降解过程表现为聚合度、结晶度和宏观机械强度下降以及反应波及度提高；辐射降解穿透力强，可提高降解的内外部一致性。降解后的纤维素进一步通过机械化学改性，引入少量极性基团，有利于提高纤维素的水溶胀度，降低氢键结合力。进一步通过高压均质处理，即可获得纳米纤维素。整体工艺过程绿色环保，能耗低，易于实施规模化工业生产。新产品：2.0%纳米纤维素纤维（NCF）水分散凝胶、5.0%纳米纤维素晶须（NCW）水分散体、5.0%纳米纤维素晶(NCC)水分散凝胶、纳米纤维素改性系列产品、基于辐射降解和纳米纤维素的热转印涂料新产品。

■ 成果展示

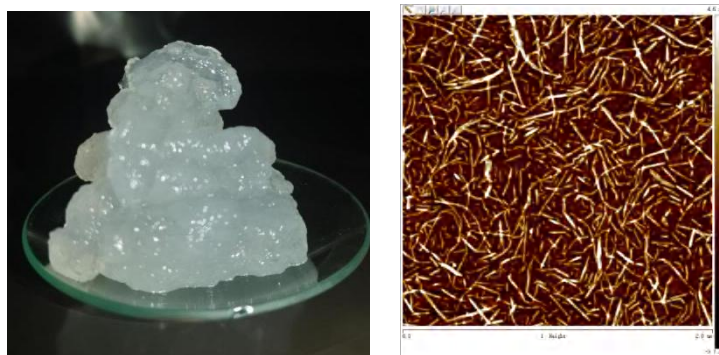


图 1 2%纳米纤维素纤维水分散凝胶样品及其 AFM 图



图 2 5%纳米纤维素晶水分散凝胶样品及其 AFM 图



图 3 NCF/PEG 有机分散体

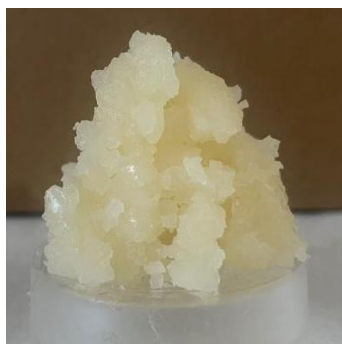


图 4 NCF/NMP 有机分散体



图 5 Si-NCF 分散凝胶

349 绿色 EB 固化及其应用

■ 所属单位

河南科高辐射化工科技有限公司

■ 成果简介

EB 固化系指含不饱和基团的活性液体（涂料、油墨、粘合剂等），在电子束（EB）辐照下，转化为固体的过程。相对于常规的热固化、UV 固化，EB 固化具有典型的“5E”技术特征：高效（Efficient）、节能(Energy Saving)、环保(Environmental friendly)、经济(Economiy)、普适(Enabling)。广泛应用于柔性电子材料、气凝胶隔热材料、3D 打印增材、数码喷绘墨水防沉、新能源电池材料、橡塑材料补强、涂料油墨、食药日化助剂、造纸等先进技术领域。

与常规技术相同生产规模相比，本项目产线短，无需后续熟化，可节约物理空间约 60%，节约投资 80%以上，生产过程更环保、高效、无污染。

■ 成果展示



图 1 EB 固化专用聚氨酯丙烯酸酯预聚物系列产品



图 2 高冲深软包锂电铝塑膜

350 电子束辐射改性制备功能性及高性能 高分子材料

■ 所属单位

河南科高辐射化工科技有限公司

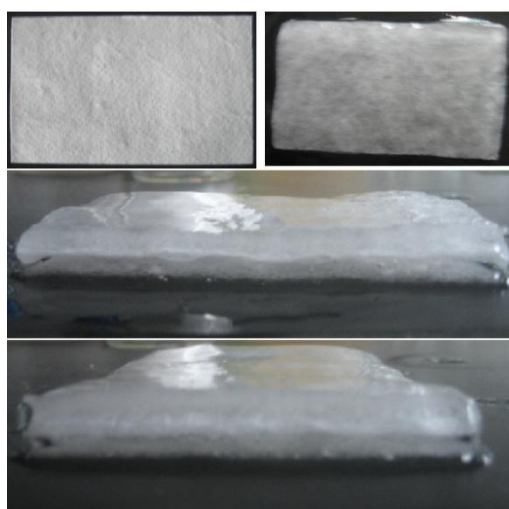
■ 成果简介

电子束辐射改性包括辐射交联与辐射接枝，辐射交联系指采用高能电子束对基材进行辐射处理，使之产生活性自由基，进一步产生大分子自由基耦合，发生交联；辐射接枝系指大分子自由基可以引发活性乙烯基功能单体与基材大分子间发生接枝聚合，形成侧链聚合物，进而改变基材的性能，赋予其新功能，是制备功能高分子材料的一种有效手段。

采用的新技术：

- (1) 多孔膜连续化电子束共辐射接枝新工艺
- (2) 静态电子束预辐射接枝新工艺
- (3) 动态电子束预辐射接枝新工艺

■ 成果展示



基于辐射接枝技术超吸水纤维非织布

351 激光医美产品介绍

■ 所属单位

河南省科学院激光制造研究所

■ 成果简介

河南省科学院激光制造研究所研发的固有荧光宫颈病变图像诊断仪，是一款集成了固有荧光成像与高清阴道镜检查功能的创新医疗设备。该系统通过采用特定宽波段激发光源，能够高效激发宫颈组织的固有荧光特性，并利用先进的高清图像采集与解像技术，生成优化的荧光灰阶图像。这些图像能够精准显示宫颈组织的病变特征，为医生提供可靠的诊断依据，特别适用于宫颈癌病变的早期筛查和高危患者的诊断。此外，该设备还兼具阴道镜功能，支持醋酸白试验与固有荧光灰阶图像的对比观察，进一步提高诊断准确性和可靠性。这种创新的诊断方法为宫颈病变的早期发现和精准诊断提供了一种高效、无创的解决方案，具有重要的临床应用价值。

河南省科学院激光制造研究所研发的激光无针注射系统，是一项基于现代激光技术和生物医学应用等多领域深度融合的创新成果，该系统利用激光作为能量源，在装满水的压力腔室中聚焦吸收产生微爆，进而推动弹性隔膜形变，诱导药物腔室中亲水性液态药物以超高速喷射至人体真皮层，实现高效的药物输送，同时最小程度地损伤表皮。这项技术不仅突破了传统有针注射的缺陷和现有激光注射技术的局限，还能实现更精确、高效、无痛、安全的个性化注射效果。其应用范围广泛，涵盖医美、慢性疾病控制、疫苗接种等多个临床注射领域，具有广阔的市场前景和应用潜力。

■ 成果展示

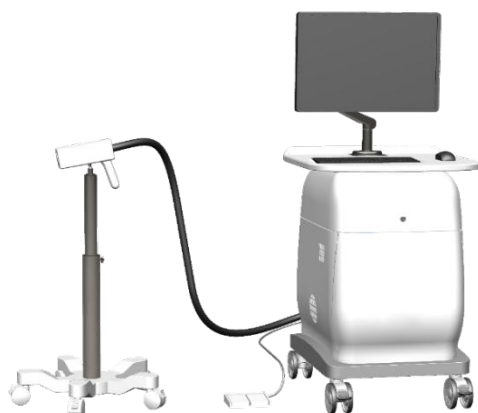


图1 固有荧光宫颈病变图像诊断仪



图2 激光无针注射系统

352 水合法生产环己醇创新工艺及产业化

■ 所属单位

河南省化工研究所有限责任公司

■ 成果简介

尼龙新材料是现代工业和高新技术的重要基石，广泛应用于化纤和工程塑料等行业，已成为国民经济基础产业和国家安全不可或缺的重要保证。环己醇是生产己二酸、己内酰胺和聚酰胺66等尼龙新材料的重要中间体。环己烯水合法制环己醇是一个原子经济反应，具有目标产物选择性高、副产物少和安全性好等优点，是工业应用最广泛的制备环己醇的方法。但是环己烯单程转化率低、能耗高成为制约环己醇及尼龙新材料行业发展的卡脖子难题。因此，开发新型高效催化剂和创新生产工艺解决环己烯单程转化率低的行业共性关键技术难题，可以突破国外技术壁垒，支撑河南省尼龙产业发展和中国尼龙城建设，具有重要的战略意义和显著的经济、社会和环境效益。

针对现用水合法制备环己醇工艺存在环己烯单程转化率低，反应-分离循环过程能耗高，催化剂制备工艺复杂、使用寿命短、成本高，环己醇精馏塔塔底废液中环己醇含量较高、回收困难、资源浪费严重等行业技术难题，研究团队采用晶种多次循环法制备高性能纳米ZSM-5分子筛和多级孔ZSM-5分子筛水合催化剂，催化剂的外比表面积和催化剂的活性位点显著增加，催化性能明显高于现用ZSM-5分子筛催化剂的性能。将高性能的催化剂应用于环己烯水合法制备环己醇工艺中，通过对环己烯水合制备环己醇创新工艺关键技术进行系统研究，开发了高效反应和分离系统，将反应生产的环己醇快速转移出反应体系，打破化学反应平衡，促进反应向正方向进行，环己烯水合法生产环己醇转化率取得重大突破，环己烯单程转化率大于25 %，选择性大于99.5 %，打破了现有

技术壁垒，联合生产企业进行创新生产工艺工业化应用，解决现用生产工艺存在的共性关键技术难题。

■ 成果展示

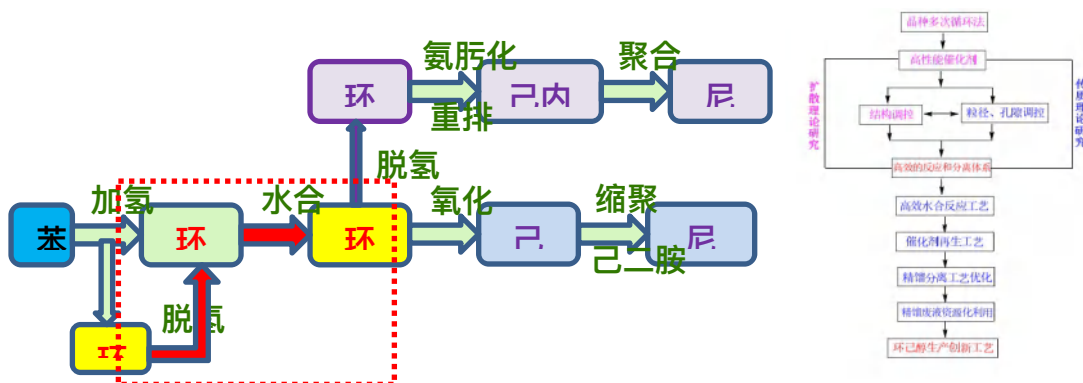


图 1 尼龙 6 和尼龙 66 生产工艺路线图 图 2 水合法生产环己醇创新

工艺路线图

图3 高性能水合催化剂图



图4 高性能水合催化剂SEM图

353 自修复防腐涂层技术及产业化

■ 所属单位

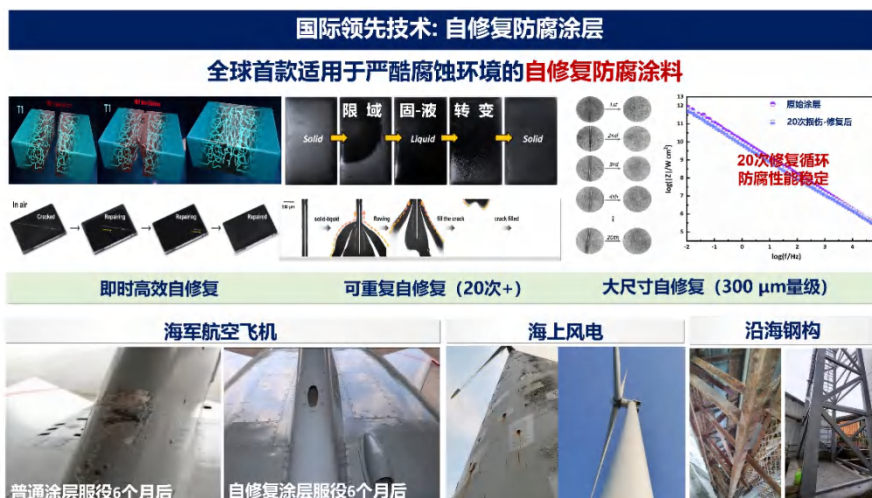
河南省科学院化学研究所

■ 成果简介

腐蚀问题是制约基础设施长寿命服役的关键因素，对国民经济、民生安全和生态文明建设构成重大挑战。防腐涂料功能多样性强、经济高效，主要应用于海洋工程、交通、能源、工业等国民支柱性行业，在各类腐蚀控制技术中应用占比76.63%。在严酷环境和复杂工况条件下，防腐涂层常因开裂或损伤引发“蚁穴溃堤”加速腐蚀效应。针对这一行业痛点，美国军方早在1986年便提出“自修复”涂层的研究构想，但直到2001年相关研究才开始推进。尽管经历20余年发展，迄今尚未形成真正适用于严酷环境的自修复防腐涂层产品。

本项目创新性提出了将类液态流动性优势引入涂层设计，成功研发了系列腐蚀因子响应型自修复防腐涂层。在腐蚀微环境触发下，可快速实现涂层损伤的可重复自我修复，防护寿命显著延长，最大可修复损伤尺寸达300 μ m，修复次数达20余次。2023年由张锁江院士、欧阳晓平院士等专家组成的评审组进行科技成果评价，认为“技术复杂，难度很大，在涂层自修复理论方面有重大突破和创新，总体技术处于国际领先水平”。项目成果拥有完全自主知识产权，是全球首款适用于严酷环境的自修复涂料产品，已示范应用于军事航空装备、海洋工程、海上风电等领域，获得了发明创业奖创新奖一等奖、日内瓦国际发明金奖等奖项。本项目为高端防腐涂料市场开辟了全新的技术增长点，其推广和应用可助力河南省化工新材料产业链高质量发展，推动防腐蚀产业提质增效，同时为提升我国防腐涂料行业的国际竞争力提供强有力的技术支撑。

■ 成果展示



自修复防腐涂层产品与工程应用

354 DDR5内存接口芯片及配套芯片

■ 所属单位

河南省科学院集成电路研究所

■ 成果简介

河南省科学院集成电路研究所凭借其先进的高速、低功耗技术，为 DDR5 系列内存模组提供完整的内存接口及配套芯片解决方案。其中，内存接口芯片包括寄存时钟驱动器(RCD)和数据缓冲器(DB)，配套芯片包括串行检测集线器(SPD)、温度传感器(TS)以及电源管理芯片(PMIC)。这些芯片适用于 DDR5 MRDIMM/MCRDIMM、RDIMM、LRDIMM、UDIMM、SODIMM 等内存模组，助力新一代服务器系统突破性能瓶颈，为人工智能、工业自动化、高性能计算等要求苛刻的工作负载提供关键支持。

RCD 芯片：第五代 DDR5 寄存时钟驱动器芯片，支持高达 8800MT/s 的数据速率。该芯片精确缓冲并重新驱动来自内存控制器的地址、命令、时钟及控制信号。符合 JEDEC 标准 JESD82-512，支持 I²C 和 I³C Basic 模式，支持 1.1V VDD 和 1.0V VDDIO 电压。

SPD 芯片：符合 JEDEC 标准 JESD300-5B.01，内部集成了 8 Kbit EEPROM、I²C/I³C 接口和温度传感器，适用于 DDR5 系列内存模组，如 RDIMM、LRDIMM、UDIMM 及 SODIMM 等。

PMIC 芯片：该芯片包含 4 个直流—直流降压转换器和两个线性稳压器(LDO，分别为 1.8V 和 1.0V)，支持 I²C/I³C 串行总线，主要应用于 DDR5 服务器内存模组。

DB 芯片：符合 JEDEC DDR5DB01 标准，支持最高 4800MT/s 速率，采用 1.1V 工作电压。在 DDR5 LRDIMM 应用中，一颗 DDR5 RCD 芯片需搭配十颗 DDR5 DB 芯片，即每个子通道配置五颗 DB 芯片，从而为服务器平台提供更强

性能的内存解决方案。

TS 芯片：是一款 DDR5 高精度温度传感器芯片，兼容 JEDEC 规范，支持 I²C 和 I³C 串行总线，适用于 DDR5 服务器的 RDIMM 和 LRDIMM 内存模组。

■ 成果展示

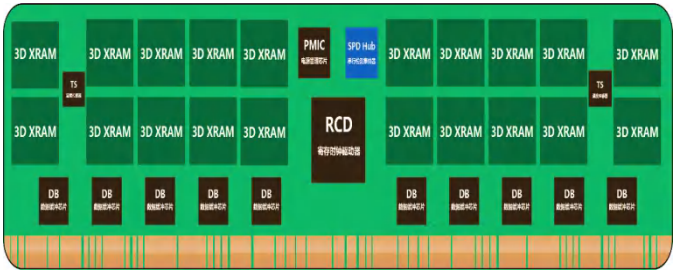


图1 全系列内存接口芯片及配套芯片



图2 集成电路研究所芯片样片

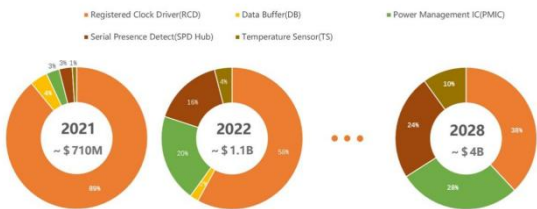


图3 内存接口芯片及配套芯片市场规模

355 阿尔茨海默病血液标志物诊断系统

■ 所属单位

河南省科学院物理研究所

■ 成果简介

研发团队聚焦未来健康产业中体外诊断领域，基于自主研发的数字荧光免疫吸附技术，成功构建了阿尔茨海默病（AD）血液标志物早期诊断系统。目前，中国 60 岁以上人口超 2.6 亿，阿尔茨海默病（AD）等神经退行性疾病患者约 1500 万，年均医疗支出超万亿元，家庭照护负担沉重。实现对 AD 的早期诊断与干预，能有效提升老年人群的生活质量，降低社会养老压力。

该技术通过结合荧光信号放大与数字编码策略，将生物标志物检测灵敏度推进至飞克级（fg/mL），可精准量化血液中 A β 40、A β 42、p-tau181 及 p-tau217 等关键 AD 核心标志物的痕量表达，具备超灵敏、高特异性、中高通量等特点。

技术体系创新性地整合 Elisa 平台与荧光微球标记识别技术，具备四大核心优势：

- 1.单分子识别：基于自研的荧光信号放大技术实现“单分子分辨”；
- 2.数字化定量：通过对荧光信号计数，有效克服信号平均化效应，结果更稳定可靠；
- 3.超高通量检测：兼容 96/384 孔板高通量检测平台，检测速度可达 300t/h；
- 4.操作便捷：适配 ELISA 操作流程，兼容酶免工作站，结合自研的数字荧光免疫分析仪可实现全流程自动化。

■ 成果展示

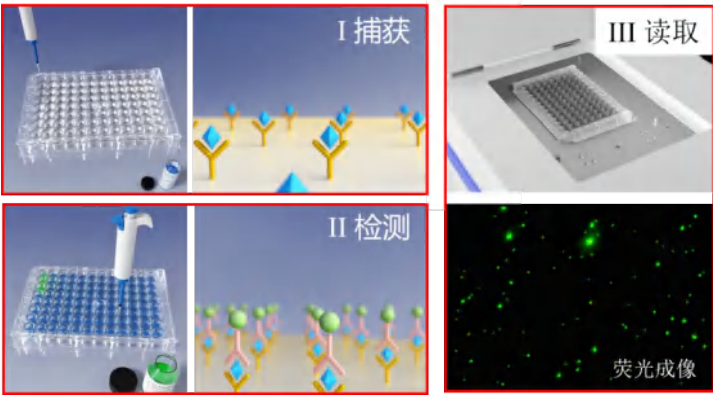


图1 检测流程示意图

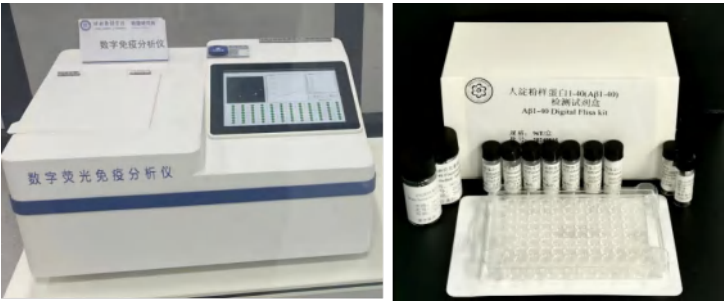


图 2 AD 血液标志物诊断系统相应仪器和试剂盒



图3 荣誉报道

356 微小孔激光极端精密加工

■ 所属单位

河南省科学院激光制造研究所

■ 成果简介

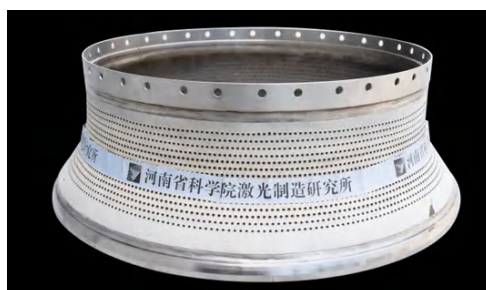
航空航天发动机是大国重器，涉及国家安全和民生。发动机涡轮叶片和火焰筒是给发动机提供动力的核心部件，承受了最高转速、最大压力、最高温度。其质量很大程度决定了发动机的性能和寿命。气膜冷却是通过加工大量复杂的精密微孔，将高压冷气通入，气流通过气膜孔导向喷出在叶片和火焰筒表面形成均匀的保护气流膜，把热端部件和高温燃气隔离开，降低表面温度，以达到减小导热、提高热端部件耐受温度的目的，是其最重要的冷却技术。

项目研发针对航空涡扇发动机燃烧室内外环等关键零部件微孔加工中存在的材料难加工、孔型精度低等问题，发展高精度、高分辨的灵敏测量方法，开展纳秒激光的光斑空间分布、脉冲宽度、重复频率、偏振等多自由度整形与调控技术，并研发高速光路旋切模组减小脉冲重叠率，抑制气膜孔加工的热效应，如重熔层、微裂纹、涂层剥离等问题，提高激光加工的质量和孔型精度。

航空发动机热端部件微孔极端精密加工与应用首席科学家团队，在气膜孔超快激光精密加工研发方面有深厚技术积累并获得突出成绩，建立了飞秒-纳秒复合气膜孔加工系统、三维激光扫描干涉定位系统、超快激光时频域调控系统、超快成像泵浦探测系统、可调间隔脉冲串加工系统，掌握工件夹装定位与同轴监测技术，拥有光场模拟计算能力和运动控制模拟仿真能力。基于国产化的五轴数控机床设备与自主研发的核心原型器件，设计、开发了集成光机电的硬件与软件控制系统，完成了两台高度稳定、一体化的航空发动机核心部件气膜孔激光极端精密工程装备。团队完成了中国航发商发燃烧室关键零部件微孔激光加工的项目，包括《验证机涡轮高压-动叶片气膜孔飞秒激光加工试制》和

《商用航空发动机火焰筒气膜孔激光加工研究》等，研发了火焰筒、涡轮叶片气膜孔激光加工装备，为中国航发提供了自己的技术方案、工艺流程和产品。

■ 成果展示



微小孔激光精密加工机床

357 激光垂直剥离项目

■ 所属单位

河南省科学院激光制造研究所

■ 成果简介

一、项目背景

在全球倡导节能减排和绿色发展的大背景下，新能源汽车、5G 通信、智能电网等新兴产业蓬勃发展，对碳化硅材料及金刚石半导体的需求与日俱增。然而，碳化硅材料及金刚石材料硬度高、脆性大，传统的切片加工方法存在效率低、损伤大、切片质量不稳定等问题，严重制约了碳化硅器件、金刚石晶圆的大规模应用和成本降低。因此，开发一种高效、高质量的半导体晶圆切片技术迫在眉睫。本项目应运而生，致力于利用先进的激光技术，突破碳化硅、金刚石切片加工的技术瓶颈，为半导体制造产业的发展提供关键支持。

二、技术原理与优势

本项目采用的激光垂直剥离技术，是基于激光的高能量密度特性，通过精确控制激光参数，使激光束聚焦在被加工材料内部，瞬间产生高温，使材料局部熔化、汽化，形成微小的蚀坑。随着激光束的移动和扫描，这些蚀坑逐渐连接成切割线，从而实现对碳化硅材料的精确切割。相比传统的机械切割方法，激光垂直剥离技术具有显著的优势：

高精度：激光束光斑直径小，能够实现亚微米级的切割精度，有效提高了垂直剥离的厚度精准性，保证了剥离后晶片 $TTV < 10\mu m$ ；

低损伤：定制红外光源采用了非接触式的加工方式，显著减少了对碳化硅材料晶体结构的损伤，最少降低了 40% 的材料耗损；

高效率：激光切割速度快，加工效率高，以目前 8 英寸碳化硅晶锭为例，传统线切割需要切 10-15 天，对设备要求很高，成本也很高，而效率太低。激光

垂直剥离技术的单片切割时间可以小于 20 分钟/片，较传统线切割加工最少能够大幅缩短生产周期，降低生产成本。

三、项目进展与成果

目前，项目团队已完成了激光切片设备的研发和样机制造，并通过了多次性能测试和优化。在实际应用中，该设备能够稳定地对碳化硅材料进行高质量的切片加工，切割精度和表面质量均达到国内先进水平。目前我们在不断优化设备性能和激光加工工艺，提高了设备的稳定性和可靠性，为项目的大规模产业化推广奠定了坚实的基础。

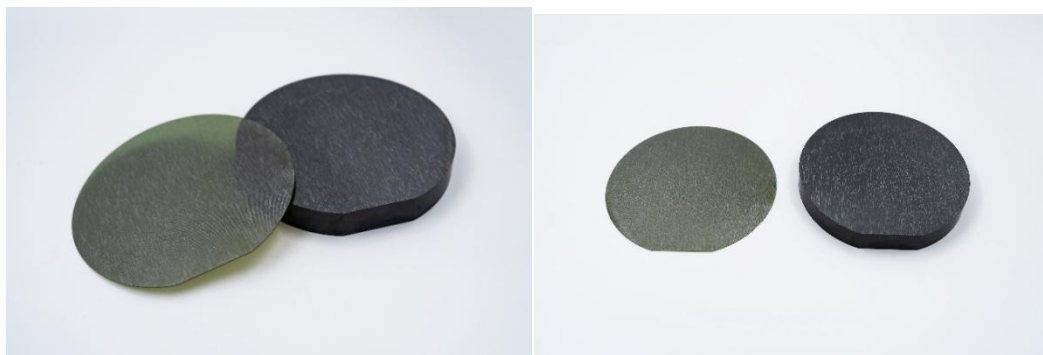
四、应用前景与市场分析

随着新能源汽车、5G 通信等产业的快速发展，碳化硅、金刚石器件的市场需求呈现爆发式增长。据市场研究机构预测，未来几年全球碳化硅器件市场规模将保持高速增长态势，金刚石晶圆作为终极半导体也保持着极高的市场热度。作为碳化硅器件制造的关键环节，碳化硅切片市场也将迎来广阔的发展空间。本项目研发的激光垂直剥离设备凭借其先进的技术和优异的性能，将在市场竞争中占据明显优势，有望打破国外技术垄断，实现国产化替代，为我省半导体产业的发展提供有力支撑。

五、项目规划与展望

未来，项目团队将继续加大研发投入，不断优化激光垂直剥离设备的性能和功能，提高设备的自动化程度和生产效率。同时，我们将积极拓展市场渠道，加强与国内外客户的合作，推动项目的产业化进程。此外，我们还将围绕垂直剥离技术，开展相关配套技术和产品的研发，延伸产业链条，提高项目的综合竞争力。我们相信，在全体团队成员的共同努力下，本项目必将取得更加辉煌的成就，为我国半导体产业的发展做出重要贡献。

■ 成果展示



激光垂直剥离设备切出的碳化硅切片

一流大学郑州研究院科技成果

358 基于MOFs功能材料的高精密陶瓷膜技术

■ 所属单位

北理工郑州智能科技研究院

■ 成果简介

团队面向世界科技前沿，以国家战略需求为导向，聚焦智能、绿色、可持续发展，开展金属有机骨架（MOF）赋能材料在能源、环境、健康等领域的产业化应用研究。

基于长期开展开放框架聚合物理论与设计研究、新型纳米多孔材料研发所积累的经验，研制开发了高精密陶瓷膜过滤材料，并成功解决了现有分离膜材料存在的快速过滤和精密分离难以兼顾的瓶颈问题。

■ 成果展示

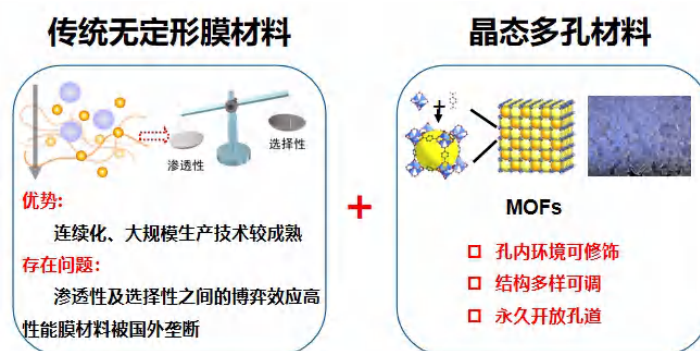


图 1 传统无定形膜材料和晶态多孔材料特点

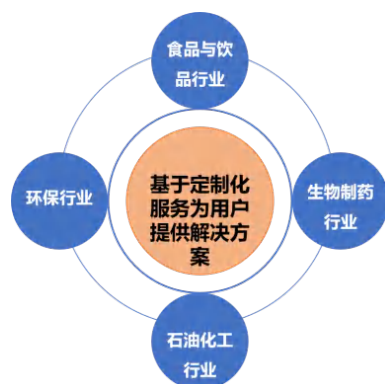


图 2 应用领域

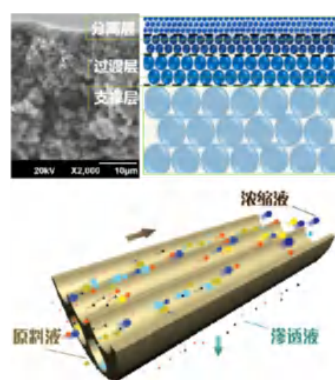


图 3 结果及过滤

359 基于数字微流控技术的分子 POCT 一体机

所属单位

北理工郑州智能科技研究院

成果简介

团队聚焦医工融合领域，攻克电润湿型数字微流控技术，利用数字微流控“自动化、小型化”的技术优势，开发微生物核酸快速检测设备，布局医疗卫生、食品安全、环境监测及司法鉴定等领域。

目前工程样机已完成两代技术迭代升级，相比传统微生物核酸检测，不需专业PCR实验室，普通医护人员即可操作，成本低时效短通量高，用途广泛。

成果展示



图 1 分子 POCT 一体机四大优势

序号	专利名称	专利类型	申请日期	授权日期	专利号
1	一种用于数字微流控装置的芯片封装结构	实用新型	2023年3月26日	2024年5月24日	ZL2023226213102
2	一种用于数字微流控装置的新型芯片驱动结构	实用新型	2023年3月26日	2024年4月23日	ZL2023226211818
3	全自功微流控分析仪	外观设计	2023年11月29日	2024年7月30日	ZL2023307852479
4	数字微流控上位机控制系统 (Android) V1.0	软著	2023年4月28日	2023年6月9日	2023SR1249903/软著登字第11828076号
5	类光学量PCR反应温控系统软件 (软件：温控控制系统) V1.0.1	软著	2023年4月30日	2023年5月9日	2023SR1143528/软著登字第11730701号
6	类光学量PCR反应温控系统软件 (软件：光学温控系统) V1.0.1	软著	2023年4月30日	2023年5月9日	2023SR1143319/软著登字第11730492号
7	数字微流控小流量控制装置V1.0	软著	2022年7月15日	2022年9月9日	2022SR1142047/软著登字第11729220号
8	数字微流控嵌入式控制系统软件 (软件：数字微流控系统) V1.0.1	软著	2023年4月30日	2023年5月9日	2023SR1142151/软著登字第11729304号
9	数字微流控类光学温控系统V1.0	软著	2022年11月1日	2023年11月1日	2023SR1142009/软著登字第11729182号
10	数字微流控上位机控制系统 (windows) V1.0	软著	2023年3月20日	2023年5月9日	2023SR1141481/软著登字第11728664号
11	数字微流控类光学温控系统V1.0	软著	2023年5月6日	2023年6月1日	2023SR1135951/软著登字第11723124号
序号	论文名称	刊物	期刊日期	作者中本单位人员姓名	是否第一或通讯作者单位
1	A compact microfluidic platform for rapid multiplex detection of respiratory viruses via centrifugal polar-absorbance spectroscopy	Talanta	2024.08.21	张树北、符荣鑫	是
2	Droplet-based microfluidics with mass spectrometry for microproteomics	Engineering	2024.09.06	张树北、符荣鑫	是
3	Power Micromachines With Light	Laser Photonics Review	2024.10.29	张树北、符荣鑫	是

图2 学术成果

360 脉冲放电喷涂制备石油管内壁防腐 涂层技术

■ 所属单位

北理工郑州智能科技研究院

■ 成果简介

本项目面向石油化工行业管道内壁防腐领域的巨大需求，引入脉冲放电喷涂技术研发成果，引入高水平人才，搭建科研平台，完成研发中小口径长管内腔脉冲放电喷涂技术研究、专用设备研制、石油管脉冲放电喷涂中试示范生产线的研制，并进行成果产业转化。

重点应用领域：石油化工行业管道内壁防腐领域。

重点产品：石油管内壁防腐涂层、脉冲放电（电爆炸）喷涂专用设备。

■ 成果展示

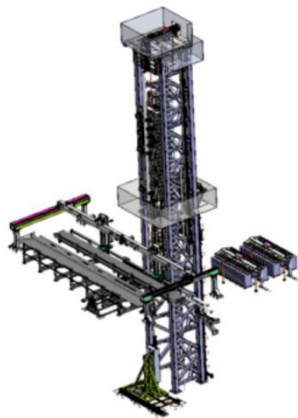


图 1 电爆炸喷涂专用装备结构图

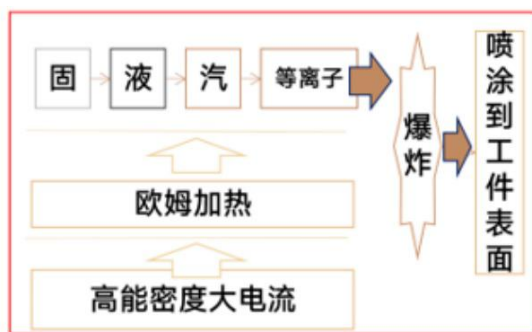


图 2 电爆炸喷涂原理



图 3 爆炸丝

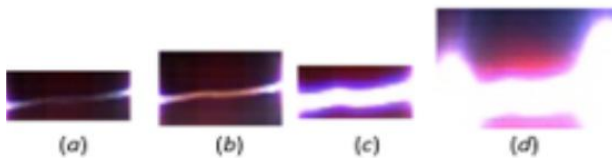


图 4 电爆炸过程高速摄影图

361 退役锂电池的梯次利用及高净度回收再生

■ 所属单位

北理工郑州智能科技研究院

■ 成果简介

本项目针退役锂电池梯次利用研发方向与车辆、化学、力学等优势研究领域间的需求与互补关系，开发一套退役锂电池的全量化精准拆解、快速检测、高净化回收再利用技术，构建绿色、安全、高效的“零废、闭环”特色锂电池循环利用新体系。

主要应用方向：

- 1.退役锂电池快速检测和寿命预测，实现退役电池的快速检测分类作为阶梯电池；
- 2.退役锂电池的精细化拆解，实现锂电池核心构件的高效分离和回收；
- 3.退役锂电池电极材料有价金属的高净度回收；
- 4.退役锂电池“零废、闭环”的全量化循环利用，创新研发负极石墨材料及其他提锂渣的资源化利用技术方案。

■ 成果展示



图1 工程化装备



图2 工程化装备



图3 核心优势

362 智能车辆系统技术产业化

■ 所属单位

北理工郑州智能科技研究院

■ 成果简介

团队聚焦国家、社会发展需求，基于雷达、视觉相机等多源信息系统与处理技术领域优势，布局军用、民用两个方向的智能化、无人化车辆产品。具体应用领域包括：

1.军用：服务于国产陆战装备的智能化升级和无人化替代，助力国防现代化建设

2.民用：服务于消防、应急、安防等特种场景无人化需求，以及工程车辆和商用车辆的无人化应用。

在郑项目落地围绕模块化智能车辆系统技术的产业化（军民融合），开展无人系统关键技术研发和应用落地，以系统软件和智能算法为核心，形成域控制器、底盘控制器、组合套件等主要产品，面向军民融合市场，集成制造几款特种无人车辆，配套完善的开发工具链和云服务平台。

■ 成果展示



图1产品及应用

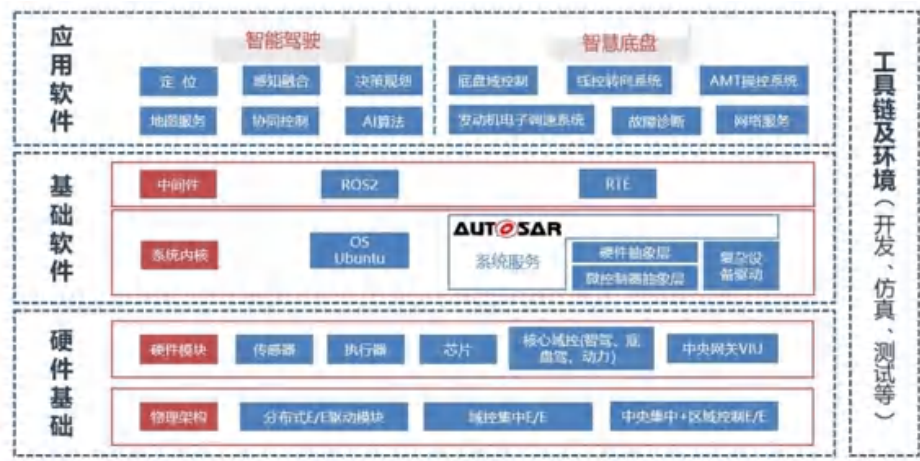


图2技术全景图



图3核心技术

363 万吨级糖精钠生产的合成新技术开发

■ 所属单位

上海交通大学郑州研究院

■ 成果简介

糖精钠是最早应用的人工合成非营养型甜味剂，因其低热量、不会引起血糖升高、也不会导致牙齿腐烂等特点，被肥胖病、高血脂、糖尿病和龋齿等患者用作食糖替代品，广泛地用于制作口感好和易于服用的药品、化妆品和个人护理产品等中。近年来，糖精及其衍生物在降血糖、抗炎、抗肿瘤等方面有着非常重要的生理活性，具有潜在的药用前景。目前工业上每生产1吨糖精钠的污水排放量为22吨，处理难度较大且成本高（约1万元/吨，占总成本的1/4）。新技术合成路线短、条件温和、环境友好、总收率高（~70%），且生产过程中多个中间体可直接销售，拓展企业的产品线，按产能约10000吨糖精钠和2000吨BIT，年销售额总计为6.5亿，按最低利润率20%计算年净利润为1.3~2.0亿。

■ 成果展示



图1 项目合作单位：河南开封平煤神马兴化精细化工有限公司



图3 中试设备现场



图4 项目合作开展期间发表的论文和申请的知识产权

364 飞行的魔方：可组合可分离式无人机 系统及应用

■ 所属单位

上海交通大学郑州研究院

■ 成果简介

魔方无人机系统是指：两机或多机在空中通过毫米级高精度的定位技术、低延时的通信技术、高可靠的组合体控制技术，完成自主组合、分解，并可实现组合状态下的起降、平飞、自旋等飞行功能的无人系统。

通过空中组合或分离，可以实现机载资源的补给、协作、优化、重构等功能；从而实现机载任务的时间接力与空间接力，提升无人机系统在执行时、空受限任务时的效率和能力，可实现平台的尺寸小型化、功能模块化、生产维护标准化等。

主要技术性能指标：

单目视觉的测距技术：毫米级精度；

感知-通信-控制时延：<120毫秒；

空中组合功能：可自主组合与分离；

组合体控制：已经实现1x2，1x3，2x2组合体的室外组合飞行；

可实现空中自主换电、加油；

智能干扰对抗：场景理解、基于大模型的语义通信、拖拽式光纤通信、地图匹配导航。

技术水平与应用前景：

已实现无人机的空中自主对接；该技术目前处于国内领先，已达到国际同类先进水平。

可军民两用：

消耗资源补给：长航时、远距离、大范围；

感算资源重构：按需灵活配置；

资源协作复用：消防救援、巡逻、反恐；

空地智能协同：物流、货运、后勤补给；

■ 成果展示



在国内首次实现无人机两机、四机空中自主对接与飞行

365 激光增材制造专用高强韧高模量镁稀土合金研发及其轻量化复杂构件成形

■ 所属单位

上海交通大学郑州研究院

■ 成果简介

上海交通大学轻合金精密成型国家工程研究中心（丁文江院士为主任）彭立明特聘教授和吴玉娟研究员研究团队于国际上率先开展激光增材制造镁稀土合金的研究，攻克了成形过程中易开裂、易形成粗大柱状晶、强韧性偏低三大难题，研发了激光增材制造专用高强韧、抗开裂、均匀细晶Mg-11Gd-2Zn-0.4Zr合金（沉积态抗拉强度>350 MPa，屈服强度>330 MPa，延伸率>8%），经专用后续热处理制度后抗拉强度突破400MPa，为增材制造镁合金最高值。基于激光增材制造超常冶金条件添加了纳米级高模量陶瓷增强相来改善镁合金弹性模量偏低的瓶颈，研发了激光增材制造专用高强度高模量镁稀土合金复合材料（抗拉强度>400 MPa，屈服强度>350 MPa，延伸率>4%，弹性模量>55 GPa）。研制了激光粉末床增材制造镁合金专用设备，可减弱蒸发飞溅并抑制开裂，制备了航空航天、国防军工装备和新能源汽车等领域用高性能轻量化复杂构件。

■ 成果展示

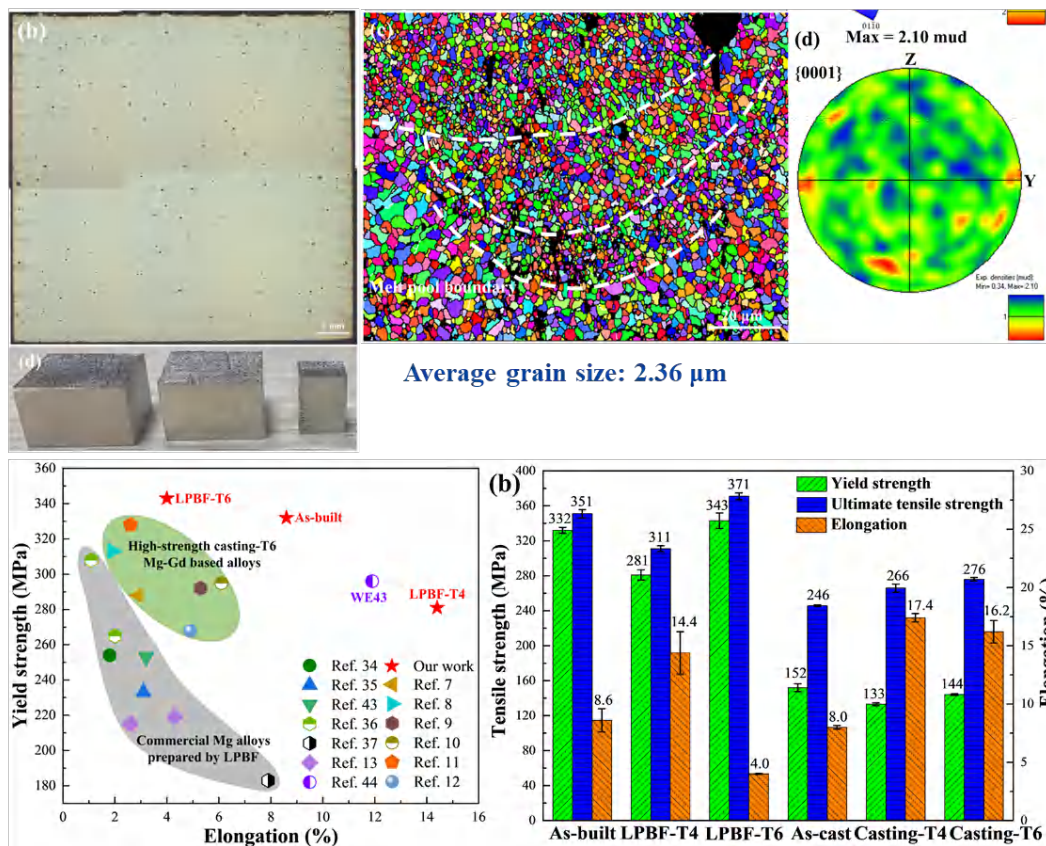


图 1 激光增材制造专用高强韧、抗开裂、均匀细晶 GZ112K

合金开发

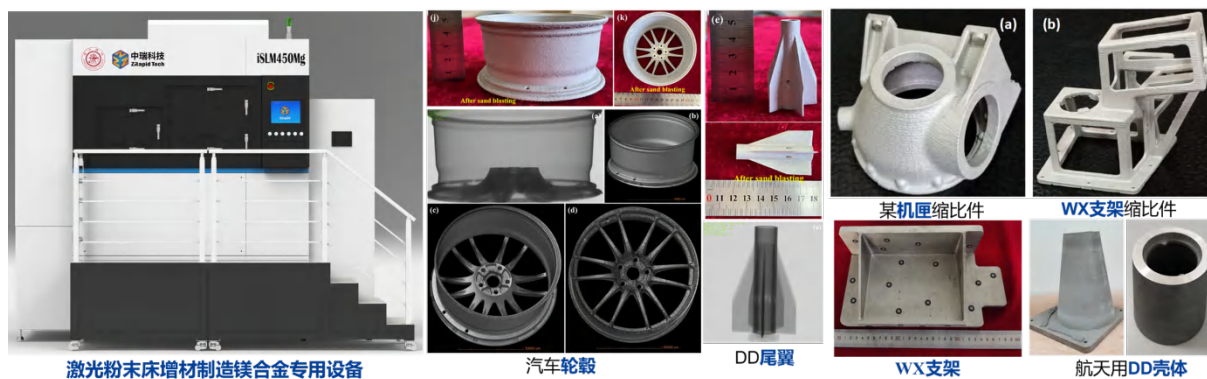


图2 激光粉末床增材制造镁合金专用设备及构件成形

366 肿瘤早筛创新技术及解决方案

■ 所属单位

上海交通大学郑州研究院

■ 成果简介

本项目利用团队原创性无需重亚硫酸盐转化、高灵敏、低成本且基层可及的技术，首期大规模应用于肠癌筛查。项目将开展大规模体检及社区结直肠癌筛查队列研究，形成适合河南区域的结直肠癌筛查新方案，获得“真实世界”的结直肠癌早筛效果与卫生经济学数据，明确新方案的基层医疗单位应用适应性。

省时间：检测全流程仅需4小时，节省检测周期与成本

高性能：高灵敏度、高特异性

早预测：早期及癌前病变的检出率高

抗干扰：检测不易出现污染，避免假阳性

便捷：居家取样操作便捷

直观：自行判读肉眼可见结果

卫生：一体式设计，封闭式反应，干净卫生

快速：5-15分钟读取结果

精准：一次性检测双指标，减少漏检

■ 成果展示



图1 常慧宁®结直肠癌基因甲基化检测试剂盒



图2 大便隐血/转铁蛋白联合检测试剂盒（胶体金法）

367 基于滑动式微流控芯片的集成式病原体检测系统

■ 所属单位

上海交通大学郑州研究院

■ 成果简介

本项目基于滑动式微流控芯片的集成式病原体检测系统，将实现人类、农牧业以及食品安全相关的病原微生物30分钟内的全集成自动化检测。前期已经完成一系列相关技术的原理验证，将进行小试、中试及批量生产验证，并完成在相关病原体检测应用场景的测试和确认。一系列基因检测产品将实现基层可及的快速精准病原体检测，弥补快速现场基因检测的空白。

■ 成果展示

历经 10 年研发积累，进一步迭代升级
(前期技术已经获得美国 FDA 注册证)



性能参数	迈思芯	优势
样本提取	柱提	首家全集成、自动化“柱提”快速核酸提取
集成度	集成全自动	“一键式”4-8个靶标核酸检测，样本进结果出，检测过程中无需开盖
检测时间	30-45分钟	极大缩短检测时间，提升下游客户运营效率

图 1 旋变式微流控芯片 图 2 便携式一体机

图 3 性能参数

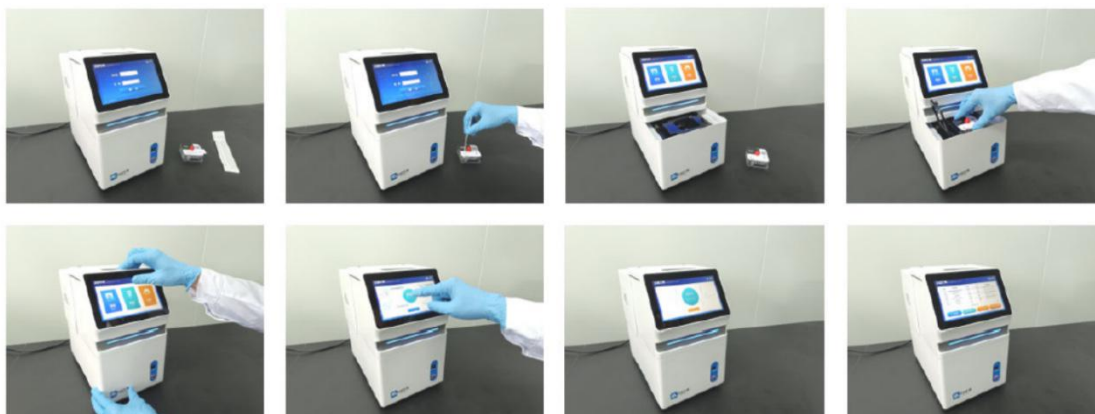


图4 小型全集成核酸检测系统实现“一键式”核酸提取及检测

368 秸秆绿色制浆成膜耦合土壤改良剂

生产技术研究

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

项目针对我国当前农业领域大规模使用塑料地膜以保温增墒的现状，开发出了生物-机械-热化学联合秸秆生物质绿色纸浆的工艺，以达到替代传统地膜及全量降解的目的，并利用该工艺的副产物秸秆液，开发了新型低pH、低盐、含钾的秸秆基植物源腐殖酸类盐碱地改良剂。该工艺过程无外源酸、碱添加，原料只有水和秸秆等生物质，工艺绿色无污染，地膜通过经济、环保的助剂制备，具备全过程自然降解的能力，并在典型经济作物的应用上如五常大米形成示范。在土壤改良领域，秸秆水热腐殖酸液对于中轻度盐碱地（盐度 $<0.5\%$ ），当年施用当年见效，土壤盐度、碱度和有机质均能达到适种水平。对于重度盐碱地(盐度 $>0.5\%$)，可结合水利排灌设施施用，剂还能促进土壤中氮、磷、钾的释放。本项目能够为生物质的高值化利用及在绿色农业领域的应用提供借鉴参考。

■ 成果展示

生物处理与机械研磨制备水稻秸秆纤维素，纤维素含量49.4%，地膜纸填料，添加量20~30%。

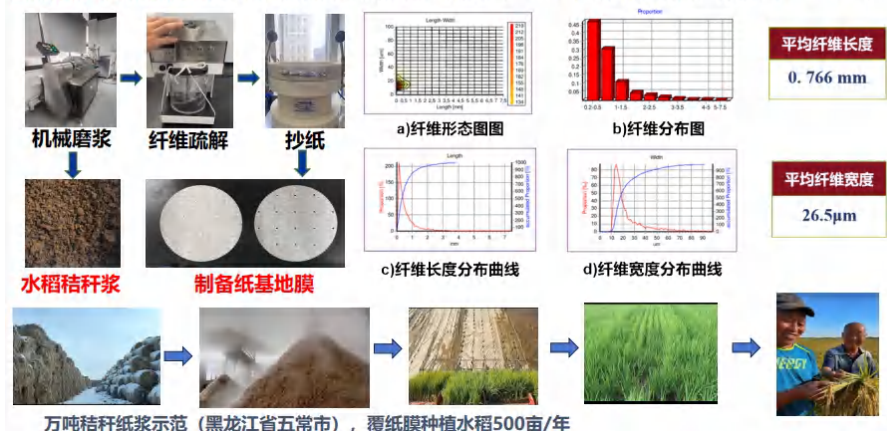


图1 秸秆生物与机械联合绿色制浆及地膜应用示范

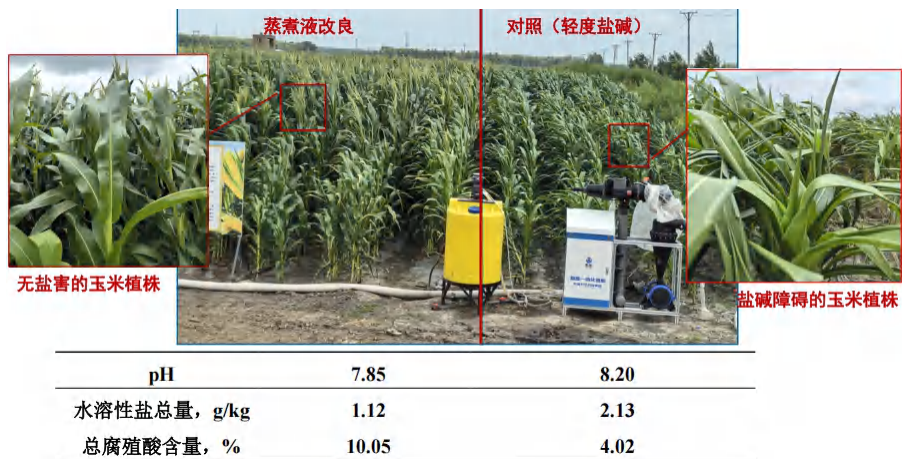


图2 玉米秸秆基腐殖酸水热液用于典型盐碱地土壤改良

369 基于智能分离纯化系统的食药同源活性成分技术应用与特种产品开发

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

项目开发了一种符合工业4.0标准的药食资源活性成分智能分离纯化系统，能够高效分离和制备多种生物活性成分，具有自主编程与智能化精准控制功能，适用于中试研究和大规模工业化生产。系统的优势包括高萃取效率、活性单体纯度高、成本降低和生产智能化等特点。基于该技术，开发了航天技术民用护肤系列产品和食药同源益生菌系列产品。航天技术民用护肤产品通过精准分析皮肤在极端环境下的营养需求，解决了太空环境中水源不足和皮肤敏感性增加的问题，创新推出低泡、易冲洗、低敏配方。食药同源益生菌产品采用低温冻融、微波真空干燥和重组配方技术，利用野生植物资源的功能性营养成分，结合现代益生菌技术，加入功能性多糖和小分子活性蛋白肽，增强生物活性和吸收效率，同时保持产品天然纯净性。

■ 成果展示

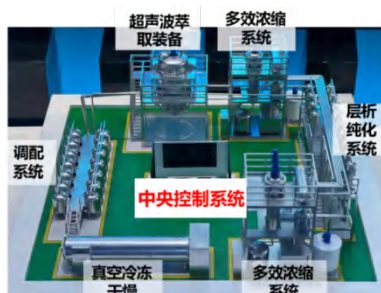


图1 工业4.0标准食药同源活性物质智能分离纯化系统



图2 航天技术民用护肤产品



图3 食药同源益生菌系列产品

370 冰壶人工智能实验平台

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

冰壶人工智能实验平台通过先进技术，将人工智能、机器人和冰壶运动相结合，通过教学、实验、实践及赛事，打造博弈赛教模式，激发学生探索人工智能技术理论的学习热情，提高教师的科研水平与教学资源转化，是科技竞赛、教育教学与体育运动融合的一次创新。该平台支撑哈工大多门创新实验课教学、连续评教 A+，获批国家和省级一流课程。

■ 成果展示



冰壶人工智能实验平台

371 医学超声智能诊断平台

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

医学超声智能诊断平台集成了人工智能、超声医学、机器视觉等核心领域技术，其通过学习大数据样本，基于独创的深度学习网络，可采集超声扫查设备输出的甲状腺扫查视频流，并逐像素地捕捉肉眼无法识别的特征、排除观察者差异，智能地提取结节良恶性特征，进一步还可以实现甲状腺体积的智能估测与甲状腺结节的智能评级。其可协助超声医生为就诊患者提供高效、智能、精准的超声诊断信息。

■ 成果展示



图1产品图

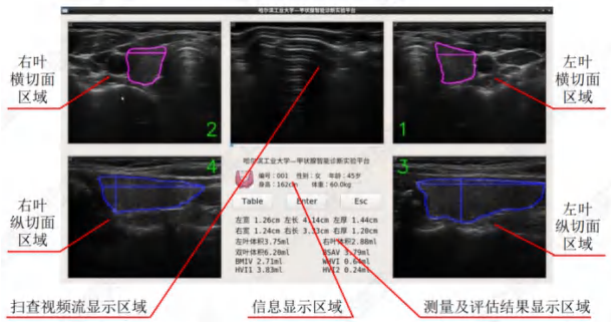


图2显示界面

372 PL-3型控温润滑球棒式摩擦疲劳 试验机项目

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

滚动接触疲劳寿命试验是通过对被测材料施加高周循环接触载荷直至材料疲劳损伤，是评价轴承、齿轮等高接触应力下材料性能演化的重要方法之一。

伴随着“中国制造”技技术指标术的不断进步，航空航天、轨道交通、风电、掘进机等高端装备主轴轴承和齿轮传动常工作在高速、高温等极端苛刻、复杂多变的服役环境，对传动部件稳定性和可靠性提出更高的要求，相应常温润滑模式下的接触疲劳试验难以精确表征材料的真实疲劳演化规律。开发的 PL-3 型控温润滑球棒式摩擦疲劳试验机，正是用于高端装备基础零部件抗疲劳需求的试验机产品。

技术指标：

1.变工况参数范围：转速 6000~12000 r/min、接触应力 3~6GPa、腔体温度 20~180°C、润滑油温 20~150°C、润滑油量 1~50ml/min 可调。

2.可测试轴承零件范围广：接油盘和陪试滚珠设计为可更换式，陪试滚珠尺寸范围 6.35~12.7mm，试棒尺寸范围 9.525~30mm，通过更换试验核心装置工装，可满足不同尺寸轴承滚子、滚珠及内圈等多种零件的滚动接触疲劳试验及滑动摩擦磨损。

3.模拟试验工况多、试验方法可靠、试验材料成本低。

■ 成果展示



图1 PL-3型控温润滑球棒式摩擦疲劳试验机照片



图2 PL-3型控温润滑球棒式摩擦疲劳试验机控制系统操作界面

373 钛合金自润滑关节轴承摩擦副界面 工艺推广

■ 所属单位

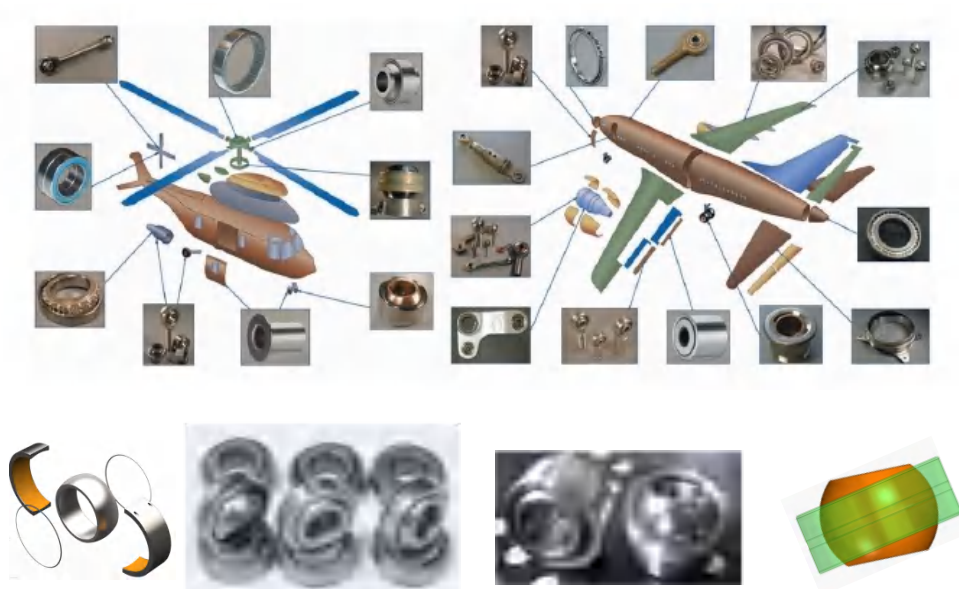
哈工大郑州研究院

■ 成果简介

团队核心成员来自哈工大材料科学与工程学院表面工程团队，哈工大郑州研究院基础件与摩擦学团队，哈工大机电工程学院团队，通过自润滑涂层合成技术和表面强化工艺，研发出了一种自润滑功能的关节轴承，自润滑关节轴承摩擦副界面技术的核心在于其独特的自润滑涂层设计和内圈外表面的强化处理。通过在轴承外圈内球面固化一层自润滑涂层，实现了对内圈外球面的滑动摩擦替代传统钢表面的滑动摩擦。这种设计使得轴承在运转过程中无需外部添加润滑剂，自行形成润滑膜，大大降低了运行成本和维护难度。此外，我们还采用了先进的材料科学和制造工艺，确保轴承具有优异的耐磨性、耐腐蚀性和抗冲击性。

本项目致力于航空航天、军工装备、高速运输、工业机器人、纺织机械、印刷机械关键轴承部件的开发，它们能够承受高速和高负荷的运转条件，同时减少磨损和摩擦，提高设备的运行效率和可靠性，极大的减少维护成本，助力绿色可持续发展，助力中国高端机械装备近零磨损。

■ 成果展示



自润滑关节轴承

374 基于智能光限幅吸波体的智能变色材料 研发及产业化

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

本项目主要从事新一代智能光学变色材料以及薄膜的研发，生产及销售。产品主要应用领域有航空飞机舷窗，建筑玻璃与消费电子等智能透明件产品。核心成员均来自哈尔滨工业大学航天学院红外薄膜与晶体团队与哈工大郑州研究院。

团队依托智能光限幅吸波体的智能变色材料构建一款兼具优异光电性能与人机交互体验的多功能智能窗户产品，采用了来自尖端国防的光电技术，成功实现光、电磁波双调控，具备高对比度、快响应、宽屏蔽等一系列领先国际的高性能指标。其生产集成采用了高品质透明导电功能膜系均匀沉积技术与透明件层合技术以及高精度薄膜结构制备与原料封装技术。

团队致力于发展成为透明件智能光窗行业技术的革新者，同时积极探索产品的规模化生产，降低成本，推动国内新型玻璃材料产业升级。

■ 成果展示

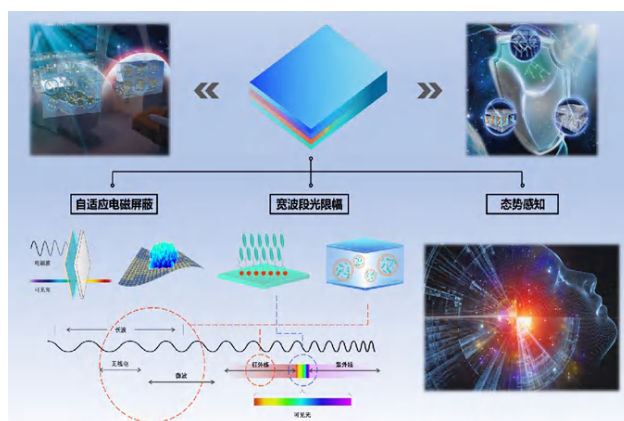


图1 智能光限幅吸波体材料

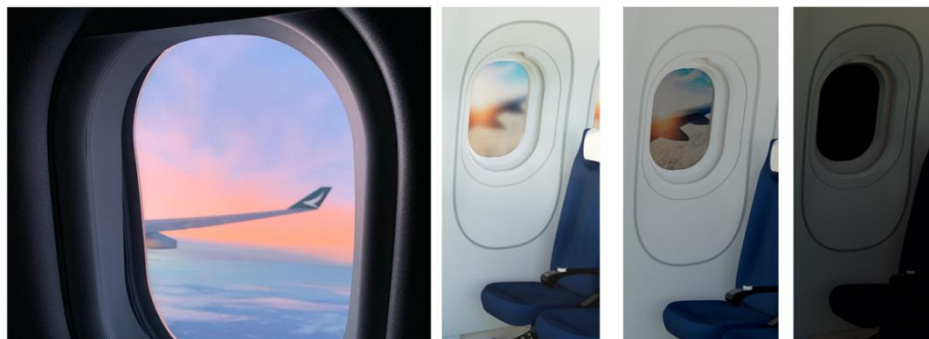


图 2 航空飞机舷窗产品



图3 汽车调光天幕产品

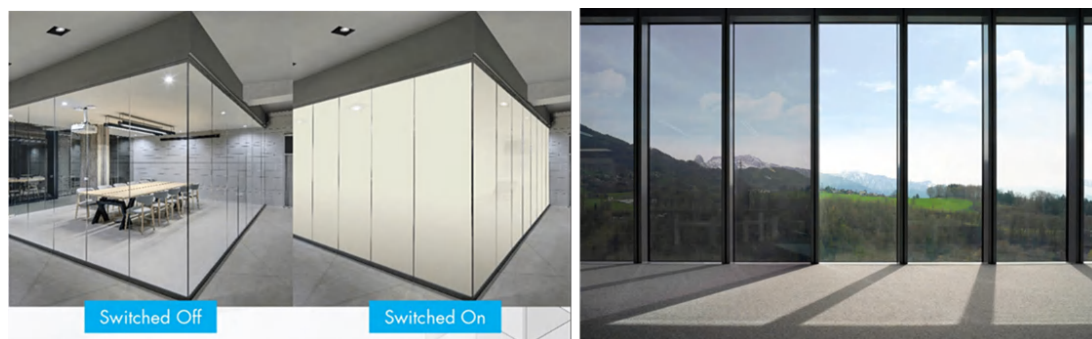


图4 建筑玻璃幕

375 行进式电动汽车用大功率动态无线供电 装置及系统

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

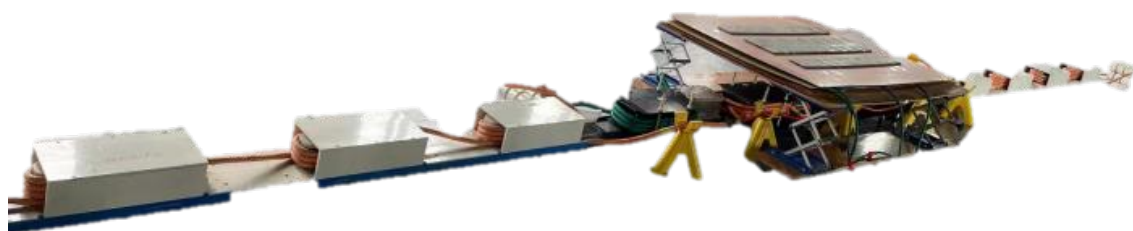
■ 成果简介

动态无线供电技术以电磁场为媒介，通过在路面下铺设一定长度供电线圈，实现了电动汽车不停车充电，可以有效延长续航里程，降低搭载电池容量需求，更具有技术的先进性。目前大功率80-120kW产业化已处于技术最前沿，功率等级和传输距离已超过国外最高水平美国高通和韩国KAIST。窄导轨双极型动态无线供电磁耦合机构，直接应用于国内首条百米级电动汽车动态无线供电示范工程路段中，磁耦合机构全长181米，传输距离20cm，充电功率20kW，系统效率80%，电磁辐射远低于国际标准，攻克了高功率密度磁耦合机构、电磁安全防护及性能评估等关键技术。设计制作郑州宇通公司电动汽车动态无线供电示范线，全长100m，功率80kW，传输距离30cm，系统效率85%，是目前国内功率等级最高的电动汽车动态无线供电示范线。项目获2020年中国电源学会科学技术一等奖。

应用领域：

1. 新能源电动汽车、客车动态无线供电领域
2. 轨道交通（高速列车、地铁、智轨、轻轨）动态无线供电领域
3. 工业机器人（巡检机器人、AGV运输车、分拣机器人）动态无线供电领域
4. 智慧矿山单轨吊机车、胶轮车动态无线供电领域
5. 无人机无线充电

■ 成果展示



动态无线充电示范线

376 无线电励磁电机技术

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

电励磁电机由于调速范围宽、过载能力强等优势具有非常大的发展潜力和研究价值。然而碳刷和滑环的存在降低了系统的可靠性，制约了电励磁电机的发展。采用无线能量传输技术实现电励磁可以解决上述问题。相较于传统电机，无线励磁电机效率以及转矩峰值高，高速特性好，同时可进一步降低成本；此外，其励磁磁场可调，增加了电机控制自由度。无线励磁电机凭借优良性能展现出极强的潜力，是电动汽车电驱动系统的新一代发展方向。

应用领域：

工业车用无线励磁电机；乘用车无线励磁电机；商用车无线励磁电机；空调、洗衣机、冰箱压缩机无线励磁电机。

■ 成果展示



图1电励磁电机本体



图2无线励磁装置

377 新能源汽车SiC电机控制器

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

采用新一代高性能SiC器件设计的新能源汽车用电机控制器具有高效率、高功率密度优势，是新能源汽车电驱系统发展方向。本成果通过技术攻关，着重解决SiC器件在电驱动领域中应用面临的硬件与软件难题，实现了SiC电机控制器的装车应用。

本项目根据SiC器件高开关频率特性，通过优化的控制器参数、散热系统设计、EMI滤波器设计与结构设计，提高了SiC控制器的功率密度，以及控制器EMC性能。开发了具有高开关频率的电机控制软件，提高了电机控制器的运行效率和转矩控制精度等性能指标。

目前，本项目设计的SiC电机控制器已在某车企台架及试验车上进行了测试，满足系统指标要求，市场应用前景广阔。

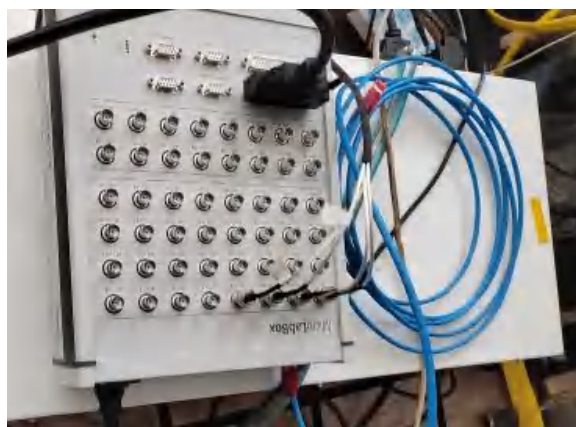
应用领域：

《新能源汽车产业发展规划（2021-2035年）》指出，2035年，纯电动汽车将成为新销售车辆的主流，SiC电机控制器将成为未来电驱市场主体；

目前，整车及零部件企业都在密集开展SiC电机控制器研制，新技术和新工艺不断采用，技术指标和水平仍在不断进步；

本产品软硬件全部自研，掌握核心技术，可根据客户需求进行定制化开发和合作开发。

■ 成果展示



SiC电机控制器实物图

378 SiC 驱动高压高速驱动电机

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

SiC驱动电机是新能源汽车高功率密度电机的重要研究方向。本成果为解决高压扁线绕组电应力高、易局部放电导致绝缘损耗的问题，提出了扁线-利兹线混合绕组和绕组换位新方法，降低了绕组的电应力，同时降低了绕组的交流铜耗，提高了电机效率。为解决高功率密度电机散热不良的问题，本成果提出了定子机壳水冷和槽内水冷结合的复合冷却方案，有效提高了定子散热强度，有助于提高绕组电流密度、电机峰值功率和功率密度。该成果符合《节能和新能源汽车技术路线图2.0》等国家中长期发展规划，具有良好的推广应用价值和广阔的市场前景。

应用领域：

该成果可在新能源乘用车和商用车中应用，面向各类个人车主和企业车主；

成果潜在市场规模过亿元，与同类产品相比，其核心竞争力在于不降低指标的前提下，提高了产品的可靠性和寿命，可以降低维护成本；

通过与企业合作，完善设计方案和批量生产流程，实现产业化应用。

■ 成果展示

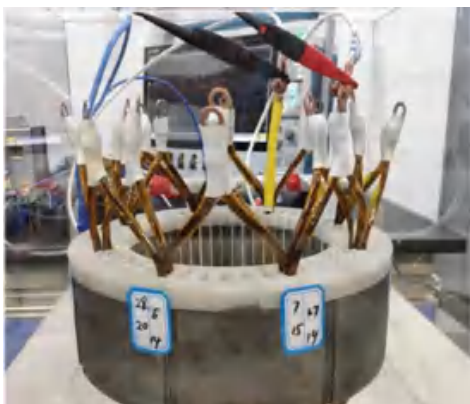


图1 SiC驱动电机定子



图2 SiC驱动电机对拖平台

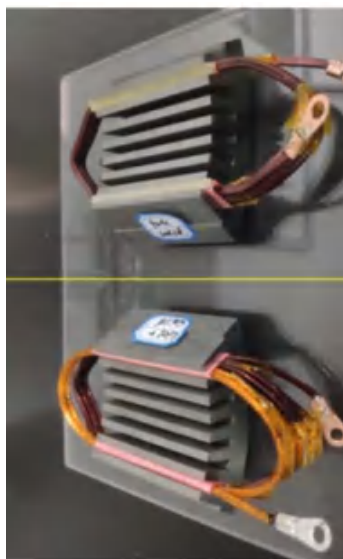


图3 SiC驱动电机定子切片及绕组

379 基于波动有限元方法结构减振降噪设计

■ 所属单位

哈工大郑州研究院

■ 成果简介

采用背靠背设计模式设计超结构，实现精准频域内的减振降噪。首先，基于波动有限元方法正向计算出超结构的频散曲线，判断波传播禁带频域。其次，应用波数逆向识别技术验证禁带频域计算的准确性，基于试验获取超结构的位移频谱，根据结构中离散监测点的振幅频谱信号，通过线性（Laplace代数变换）、非线性算法（非均质波传导理论）逆向识别出频散曲线，通过频散曲线计算超结构阻尼比、材料参数。最终，对比正向计算结果、逆向试验结果，背靠背设计实现超结构的精准减振，完成波动理论框架的闭环设计。

应用领域：

新能源汽车乘员舒适性提升、减振抗噪。

■ 成果展示

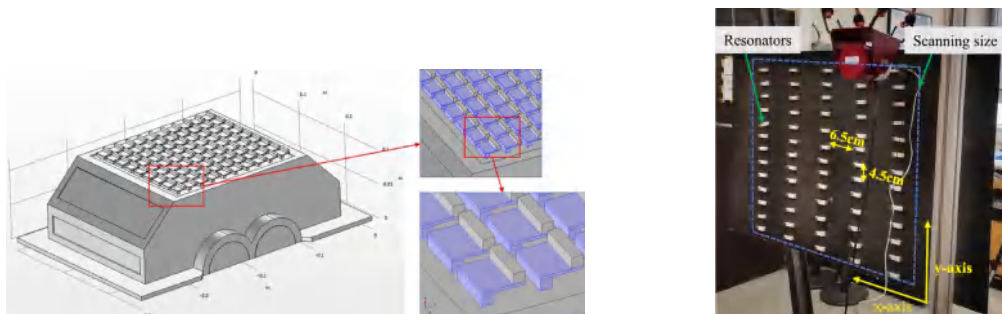


图1轻型车用齿轮箱外壳的精准减振设计 图2试验方法逆向识别波数

380 面向IGBT用高端陶瓷封装基板材料 产业化开发项目

■ 所属单位

北京大学郑州新材料高等研究院

■ 成果简介

集成电路及其封装芯片正走向更高的封装密度和功率密度，高效的导热和耐热成为功率器件（IGBT）的必然需求，以DBC、AMB等为代表的陶瓷封装基板在通信、汽车、雷达、显示、光伏、航空航天等领域得到大面积应用。预计2027年，陶瓷封装基板市场容量将达数百亿美元。然而，现有技术仍存在气孔率高、结合力差、能耗高、成本高等缺陷，无法满足更高功率需求。本项目提出自主知识产权的全链条生产工艺，突破了高速溅射，钎料靶材研发、超薄钎焊工艺、全自动真空生产设备等多个关键问题，形成了完整的高效率、低成本、高质量的生产路径，通过项目建设，力争打通关键设备建设、产品定制、客户验证、产品试用、批量试产等关键环节，实现产品全自动加工生产，完成我国在高端陶瓷基板领域的产业布局。

■ 成果展示

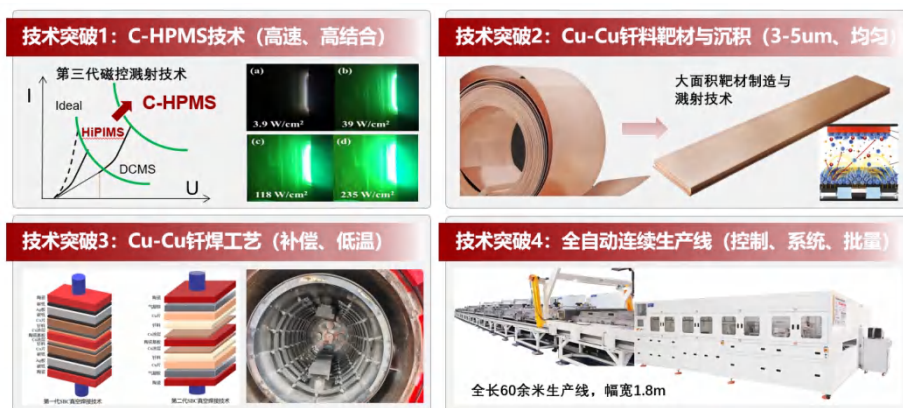


图1 主要技术壁垒

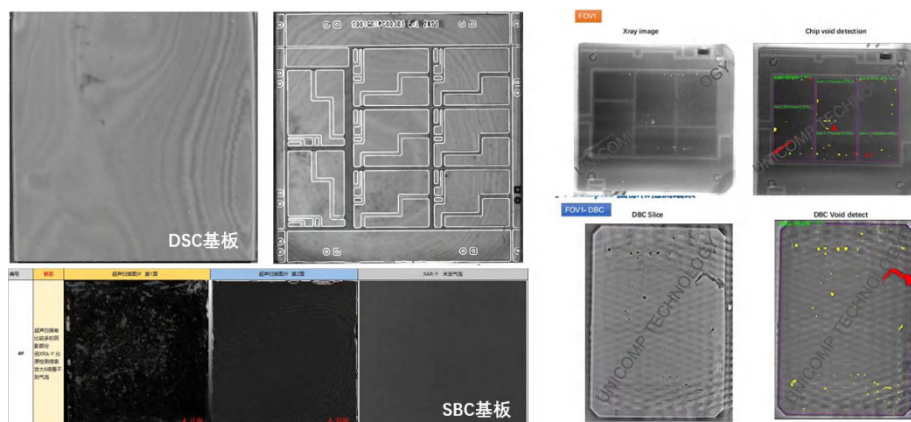


图2 SBC对比DBC和AMB的气孔超声检测结果

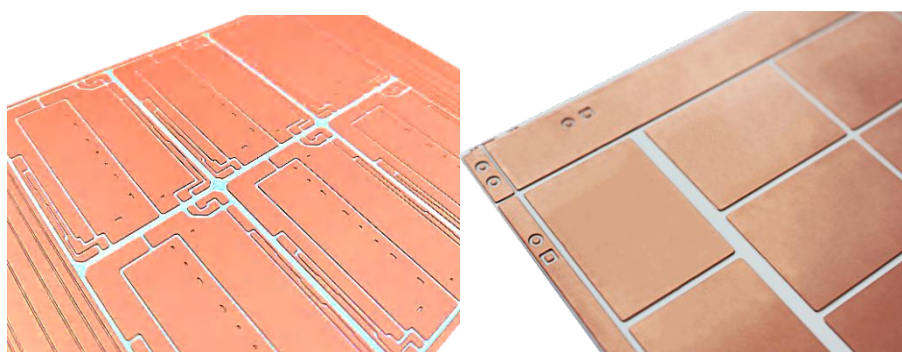


图3 SBC技术生产的陶瓷封装基板照片

381 高焓值相变热管理母粒、纤维及薄膜材料

■ 所属单位

北京大学郑州新材料高等研究院

■ 成果简介

本项目由北京大学邹如强教授团队领衔，致力于开发高焓值相变热管理材料，涵盖相变母粒、纤维及薄膜。团队目前已完成调温相变母粒和纤维的实验室研发、小试，相变温度20-40°C可调，焓值>50 J/g。团队核心关键技术包括功能性填料后处理分散工艺和交联三维网络封装成型技术，有效解决现有微胶囊型控温纤维所面临的技术痛点，同时为功能化母粒开发提供了技术支持。该技术突破了国内外传统调温纤维制备思路，具有行业领先性和技术成熟度。

2022年，全球先进相变材料市场总规模达到228.72亿元，中国市场规模达到74.29亿元，占全球先进相变材料市场总份额的30%。相变母粒、纤维及薄膜作为极富生命力的高科技产品，可广泛应用于运动性服装，制成滑雪服、滑雪靴、手套、袜类。此外，随着以康复智能大健康时代的到来，相变热管理材料还可以承担护理、保健、康复等重要功能。

■ 成果展示

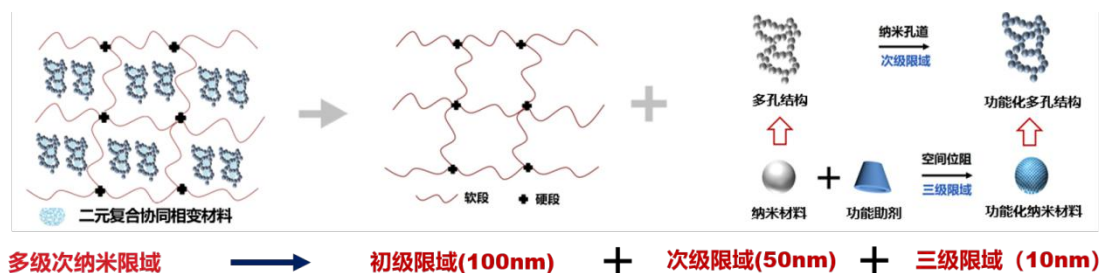


图1 多层次限域封装技术示意图



图2 调温功能母粒



图3 调温短纤



图4 聚酯基调温纤维

382 高性能、低成本烯碳/杂环芳纶纤维的制备与应用

■ 所属单位

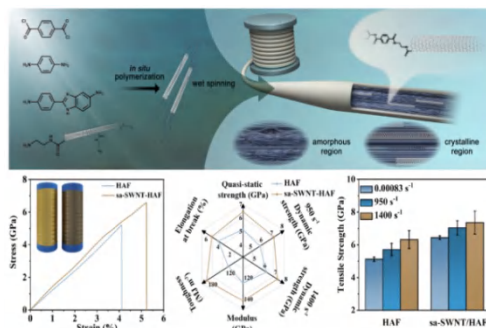
北京大学郑州新材料高等研究院

■ 成果简介

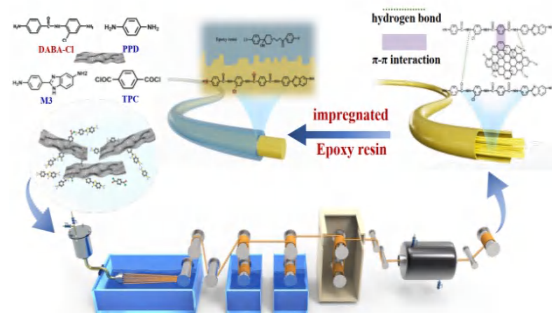
本项目聚焦高性能芳纶纤维的开发与应用，紧密围绕国家经济主战场需求，致力于推动高性能纤维材料的技术突破与产业升级。芳纶纤维因其优异的力学性能和轻质特性，在高端装备制造、航空航天、新能源等领域具有重要应用价值。项目团队通过创新性研究，成功开发出差异化的烯碳/杂环芳纶复合纤维，其拉伸强度达到6.0 GPa，为T800级别，并兼具超高韧性，超强抗冲击性，优异的绝缘性、阻燃性及环境稳定性等，显著提升了纤维在复杂环境下的应用性能。通过优化聚合与纺丝工艺，项目攻克了烯碳材料（主要包括石墨烯、碳纳米管）与芳纶基体的复合难题，实现了纤维及其复合材料的高性能化。该成果不仅填补了国内高性能芳纶纤维领域的技术空白，还为我国在高性能纤维材料领域的自主创新和产业升级提供了重要支撑，对推动国家经济高质量发展和高端制造业进步具有重要意义。

■ 成果展示

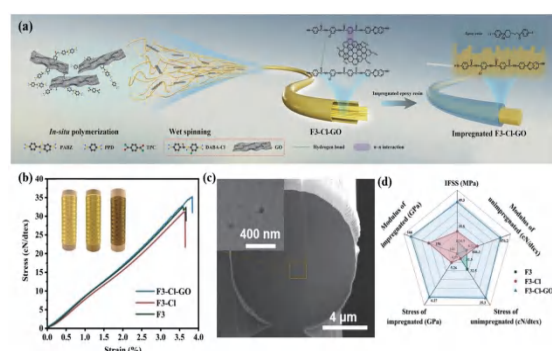
1. 烯碳/芳纶复合纤维差异化结构设计：



高强高韧型【碳纳米管复合增强】

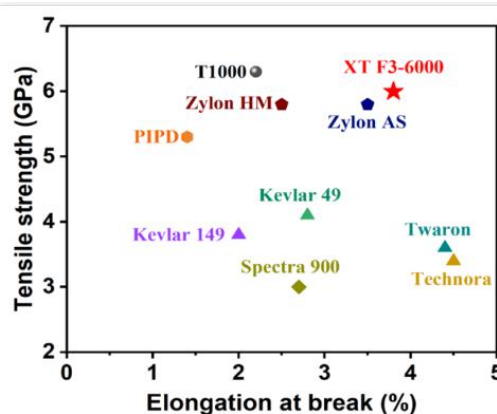


高强高模型【碳纳米管复合增强】



高强高剪切型【氧化石墨烯复合增强】

2. 烯碳/杂环芳纶复合纤维产品展示及性能情况:



第一代产品：XT F3-6000商品化纤维性能对比

3. 烯碳/杂环芳纶复合纤维应用展示:



高端防护领域



固体火箭发动机领域



浮空平台领域

省实验室科技成果

383 基于MPCVD技术的高品质金刚石制备

■ 所属单位

超硬材料产业技术研究院

■ 成果简介

金刚石因其超高硬度、出色热导率、优良光学和电学性能，在众多领域极具应用潜力。传统金刚石制备方法难以满足高品质、大规模生产需求，MPCVD技术成为突破的关键。

本项目利用微波发生器产生的微波能量，激发腔体中的气态前驱物（以甲烷和氢气作为介质）形成高密度等离子体，使含碳活性基团在基底沉积，逐渐生长出金刚石结构。重点研究微波功率、气体流量、沉积温度等参数，借助扫描电镜、拉曼光谱等表征手段，旨在优化MPCVD工艺，实现高质量金刚石的稳定、高效制备，提升我国在超硬材料领域的竞争力。通过深入研究工艺参数对金刚石质量的影响，建立精准工艺控制体系，开发具有特定性能的金刚石产品。研发制备的高品质金刚石薄膜与单晶，有望在硬度、纯度、热导率等关键指标达到国际先进水平，推动金刚石在半导体、光学、机械加工等领域的应用，孵化相关下游产业，创造显著经济效益与社会效益。

■ 成果展示

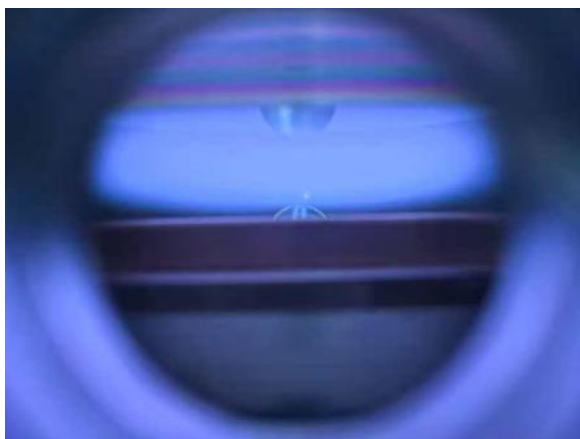


图1 碟形腔MPCVD设备中金刚石的生长

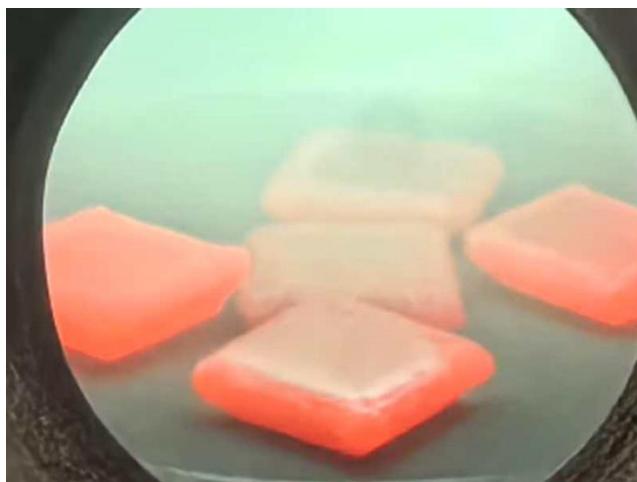


图2 单晶金刚石的高温生长



图3 金刚石样品

384 CD146联合CLL-1双CAR-T细胞 细胞疗法治疗AML

■ 所属单位

中原纳米酶实验室

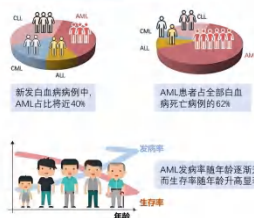
■ 成果简介

本项目适应症为急性髓系白血病（AML），AML由于异质性、缺乏合适的靶抗原和肿瘤微环境（TME）等，CAR-T在AML的治疗仍处于起步阶段。研究表明，AML患者TME发生改变，恶性细胞的双向交互作用和调节是导致其增殖、生存、耐药和免疫逃逸的重要机制。本团队前期发现CD146为肿瘤血管新靶点且在部分AML细胞高表达，参与促进恶性髓系细胞的增殖和存活。CLL1在AML干细胞和母细胞上强表达，但在正常造血干细胞中基本不表达，是治疗AML的理想靶点之一。因此，本研究提出Niche靶向治疗策略——构建靶向CD146联合CLL1双靶向策略CAR-T，同时清除AML细胞和组成AML微环境的基质细胞，于体内外验证双靶向治疗AML的有效性和安全性后，开展AML临床转化研究。本研究的顺利实施或可为广大AML患者带来新希望，具有巨大的临床价值和经济价值。

■ 成果展示

急性髓系白血病(AML)的现有治疗手段不满足临床需求

- 急性髓系白血病（Acute Myelocytic Leukemia，AML）：造血干、祖细胞来源的恶性克隆性疾病
- AML是中国最常见的白血病亚型，占所有白血病患者的一半以上
- 发病率随年龄增加逐渐升高，在70岁以上人群中最高
- AML进展快速，如不接受有效治疗，生存期仅6-10月，是死亡率最高的白血病亚型
- AML的发病机制尚未完全明确，主要涉及细胞遗传学异常、分子生物学异常，造血干细胞异常和免疫逃逸等



现有治疗手段包括化疗、造血干细胞移植、支持治疗、靶向治疗和免疫治疗等，副作用大、供体寻找困难、安全性和有效性难以兼顾等，远不能满足临床需求！

图1 急性髓系白血病的现有治疗手段不满足临床需求

AML治疗新策略——Niche-Targeting（靶向生态位策略）

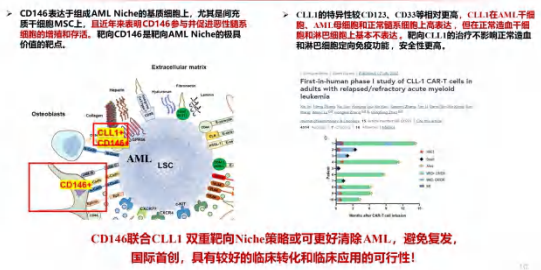


图2 AML治疗新策略-靶向生态位策略

靶向 CD146 CAR-T有效治疗实体瘤

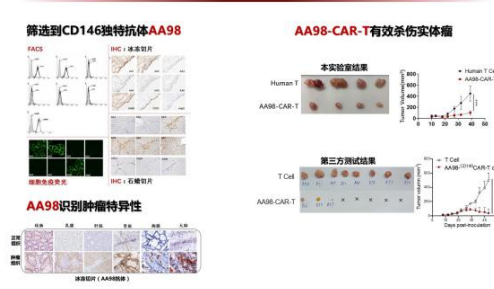


图3 CD146 CAR-T细胞疗法疗效显著

深圳细胞谷：逆转录病毒载体的成本更低、安全性更好

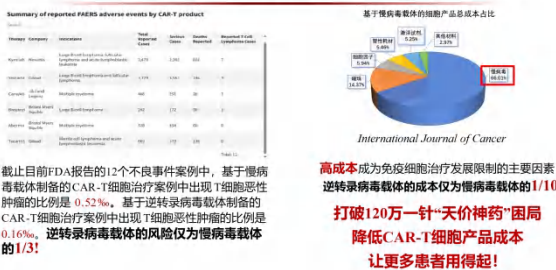


图4 更低成本和患者可及性的生产工艺

385 纳米酶抗菌新策略及工艺开发

■ 所属单位

中原纳米酶实验室

■ 成果简介

2007年，阎锡蕴院士团队发现纳米酶，其创新性地兼具酶催化与纳米材料理化特性，为材料科学开创新路径，作为我国原创领先领域，迅速引发全球科研关注。

其独特的多酶活性与多功能性，赋予它超强生物功能。在杀菌战场上，纳米酶大显身手，数分钟内就能剿灭90%以上耐药菌，还可瓦解生物膜基质，从根源杜绝细菌耐药，在伤口、口腔、肠道、妇科等多领域的感染防治中成效斐然。

阎锡蕴院士带领团队聚焦硫化铁纳米酶攻坚：一是构建纳米酶库筛选抗菌材料，放大工艺量产；二是加速抗幽门螺杆菌临床转化，同步评估农牧替抗潜力，聚力制剂研发申报。

我国超半数人受幽门螺杆菌困扰，传统抗生素疗法弊端丛生；农牧业抗生素问题严峻，替抗需求急切。硫化铁纳米酶乘势而上，凭卓越抗菌、替抗本领，有望成为抗菌新锐与饲料新宠，为医疗、农牧产业升级赋能，开启发展新篇章。

■ 成果展示

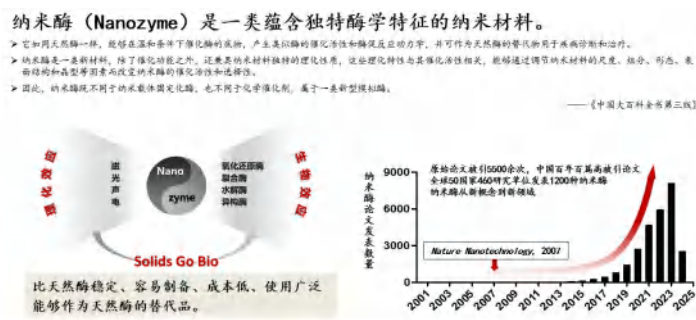
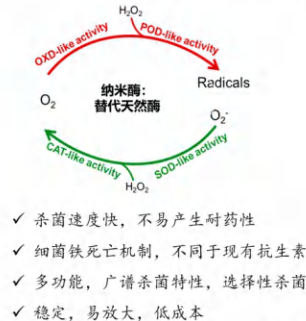
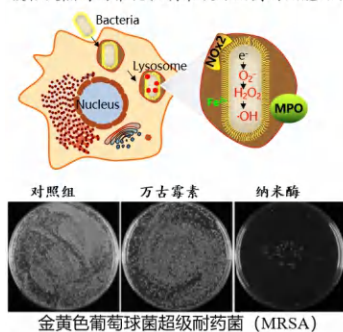


图1 纳米酶：我国原创研究新领域

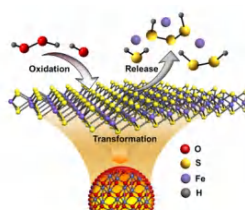
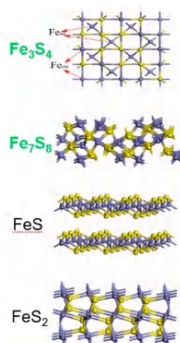
纳米酶抗生素是一种利用纳米技术和酶催化特性开发的新型抗菌剂。与传统抗生素不同，纳米酶抗生素通过模拟天然酶的催化机制来破坏细菌的细胞结构和代谢过程。



- ✓ 杀菌速度快，不易产生耐药性
- ✓ 细菌铁死亡机制，不同于现有抗生素
- ✓ 多功能，广谱杀菌特性，选择性杀菌
- ✓ 稳定，易放大，低成本

Antibiotics 2022

图2 纳米酶抗生素-仿生抗菌新策略



硫化铁三种杀菌模式：

- 过氧化物酶催化，广谱
- 亚铁杀菌，广谱，
- 多硫抑菌，选择性抑制关键酶

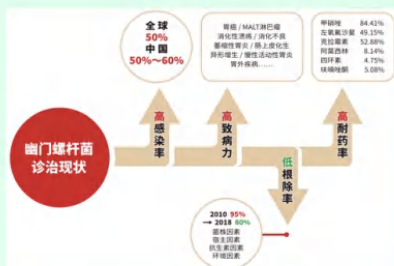
广谱杀菌：(+) 变异链球菌、金黄色葡萄球菌；(-) 大肠杆菌、铜绿假单胞菌、沙门氏菌
选择性杀菌：加德纳菌、幽门螺旋杆菌
病毒与真菌：杀灭HIV、流感、新冠等囊膜病毒，抑制白念菌丝

动物模型验证：伤口愈合、中耳炎、口腔龋齿、肠炎、胃炎、胆囊炎、阴道炎、附睾炎、肺炎

Nat Commun 2022
Nano Today 2020
Adv Sci 2022
Adv Sci 2023
Adv Funct Mater 2023
Acc Mater Res 2023

图3 硫化铁纳米酶-多功能抗菌材料

幽门螺杆菌耐药，需要开发新的药物



由于耐药性的不断增加，幽门螺杆菌感染的传统治疗方案已由三种抗生素药物连用改为四种抗生素药物连用

畜牧业需要替代抗生素的新一代饲料添加剂



市场急需具有替抗功能的饲料添加剂——预计市场增量空间可达近百亿元。

图4 医疗领域和畜牧业的迫切需求

386 基于无人机多光谱图像解析的罂粟识别技术研发与设备集成

■ 所属单位

蓝天实验室

■ 成果简介

本项目针对农村和城市区域中非法种植罂粟的场景，采用无人机航拍方式，通过设计大尺寸多光谱相机，在复杂环境中获取高质量的图像数据。通过分析罂粟植物特定波段的多光谱图像，进行图像处理，使用卷积神经网络（CNN）对多光谱图像进行特征提取，最终通过深度学习模型实现对罂粟的准确识别与定位。同时，通过图传设备和无线通讯模块将检测结果进行回传与存储。

应用领域方向：农业监控与作物管理、公共安全与执法、精准执法与智慧城市、深度学习与计算机视觉。

■ 成果展示



图1 罂粟检测样机



图2 图传设备接收端

387 长航时可悬停警用无人机

■ 所属单位

蓝天实验室

■ 成果简介

长航时可悬停警用无人机面向警用复杂环境安防常态化应用场景，广泛应用于边境巡逻、灾害救援、交通监控和犯罪侦查等任务。

该无人机采用多学科交叉方法优化警用长续航旋翼无人机设计，采用高效率、低噪声的旋翼气动布局 and 空气螺旋桨，采用了高性能的动力能源系统，极致延长飞行平台的续航能力，实现无需频繁换电和起降的长时间任务工作能力；此外针对日常执法的高可靠悬停的任务需求，提供模块化超轻质的结构和可折叠收纳的旋翼无人机设计，满足便携性、低空安全等。

■ 成果展示



图1 长航时可悬停警用
无人机样机正面图



图2 长航时可悬停警用
无人机样机侧面图

388 警用反恐特种无人机系统研制

■ 所属单位

蓝天实验室

■ 成果简介

该项目的主要内容是开展定制化无人机平台设计，配套研制一体化反狙击探测载荷、智能化光电吊舱，通过无线自组网和地面指控平台，融入现有的警务指挥控制体系，构成一套面向警务反恐的特种作战无人机系统。主要应用于对涉恐非法聚集活动现场监控；对犯罪现场进行快速勘察，高空拍照，收集证据；在夜间或视线不佳的情况，使用配备热成像相机的无人机对涉恐嫌疑人进行追捕或野外搜索；无人机与武器结合，对恐怖分子实施定点打击等场景。在“零伤亡”的情况下，实现反恐侦察打击任务。

■ 成果展示



图1警用反恐特种无人机静态
展示图



图2警用反恐特种无人机
户外试飞图

389 面向复杂环境下高价值威胁时敏目标智能探测技术研究

■ 所属单位

蓝天实验室

■ 成果简介

本项目立足于国家产业政策和河南省经济发展工作方案，面向无人机技术在警用中的需求，重点研发使用无人机协助开展技侦案件侦察工作关键技术——面向复杂环境下高价值威胁时敏目标智能探测技术研究。在警力不便公开使用或人工无法到达的场所、特殊地形等，使用无人机配合技侦侦察员对嫌疑目标对象开展识别、跟拍等技侦工作。

应用领域：安防监控、城市管理等。

■ 成果展示



图1 无人机整体图



图2 无人机背面图



图3 无人机控制模块图

390 快速诊断与检测试剂

■ 所属单位

龙湖现代免疫实验室

■ 成果简介

张改平院士作为免疫试纸技术的原创发明者，带领团队获得多项原始技术创新，先后获得国家科技进步奖和技术发明奖，行业内一直处于引领地位。实验室开发的基于免疫试纸技术的成熟产品已有100种之多，在免疫学检测领域做出巨大贡献。

免疫层析试纸快速检测技术具有准确、特异、灵敏、简便、快速、低成本等特点，不需要专业的检测人员及复杂、昂贵的仪器设施，也无需低温保存和冷链运输，仅在几分钟之内便可实现对靶标物质的定性或半定量检测。因此，广泛应用医疗、卫生、农业、环保、食品安全等领域，具有十分巨大的应用市场。但对于一些新发疾病的有效快速检测、及小分子抗原或半抗原的有效快速检测，一直是研发难题也是市场急需的快速检测产品。

■ 成果展示



图1 丙肝病毒抗体快速检测试纸

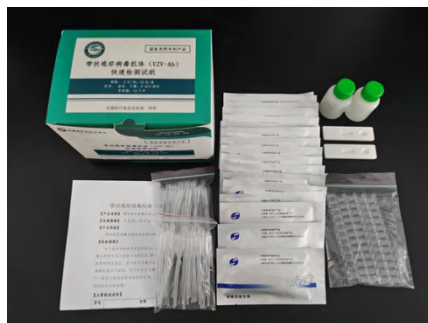


图2 带状疱疹病毒抗体(VZV-Ab)快速检测试纸



图3 流感病毒快速检测试纸



图4 新型冠状病毒(SARS-Cov-2)抗体(IgM)快速检测试纸

391 流感病毒多价新型疫苗研发

■ 所属单位

龙湖现代免疫实验室

■ 成果简介

该项目是张院士领衔的研发团队在深入研究流感病毒相关免疫学分子机制和大量免疫学创新应用研究基础上，开创性的研发了“广谱、高效、安全”的病毒疫苗，已进行临床前研究，拟开展临床实验，相关产品和技術目前国内外领先，市场潜力巨大。

团队创新性的利用激活B细胞的抗原设计策略，制备高效的四价流感亚单位疫苗。该技术为团队自主研发，国内外领先。并且制备的新型疫苗纯度高，核酸、杂蛋白和其它杂质残留远低于国家标准和同类产品，具有安全性高、成本低、高效持久等特点，有望实现人群对流感的持久高效免疫保护，市场潜力巨大。

四价流感疫苗目前已完成疫苗生产的小试、中试和批量制备生成。拟进行临床前的研究（IND），亟需资金进行安全性评价和临床实验研究，推动其产业化进程。

■ 成果展示

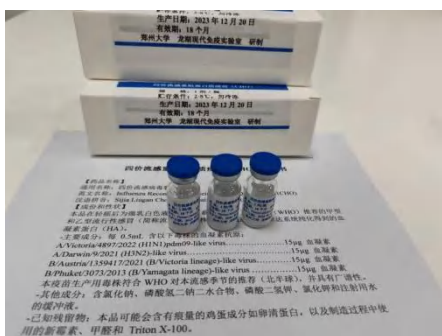


图1流感四价疫苗

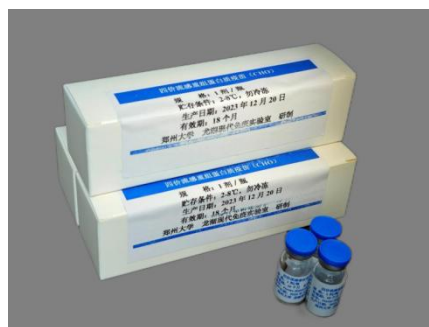


图2流感四价疫苗

392 翻译智能体(TransAgent)

■ 所属单位

中原人工智能产业技术研究院

■ 成果简介

面对专业领域的翻译如金融、法律、技术等对专业性要求极高的行业，术语准确性、高精度、多学科知识要求较高。本项目翻译智能体(TransAgent)是专业领域翻译，利用翻译智能体推动专业领域的高精度翻译，尤其是在金融、法律、技术等对专业性要求极高的行业中。

应用情况：在翻译过程中，CoT技术帮助模型进行多步推理，理解上下文之间的逻辑关系，提高翻译的连贯性和准确性。目前论文已经在Nature Machine Intelligence审稿。其商业模式是提供定制化解决方案，针对特定行业和应用场景，提供私有化的翻译解决方案，提升服务价值。目前，该课题的核心技术已在全球领先的新型语言信息服务公司Transn得到应用落地。

■ 成果展示

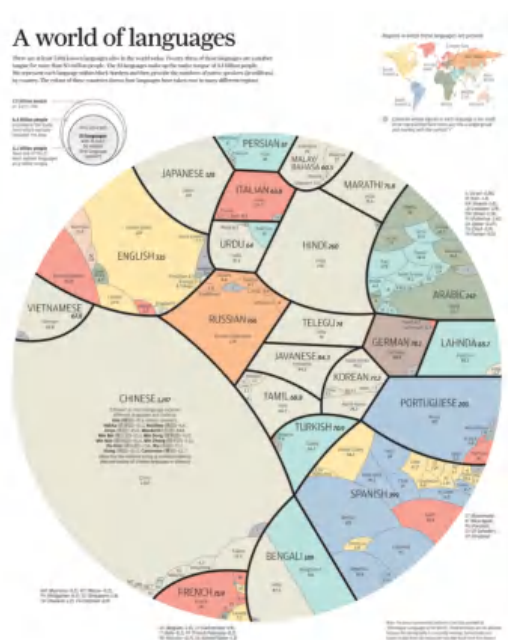


图1 来源：South China Morning Post [EB/OL] . 2015-05-27.
<https://multimedia.scmp.com/culture/article/SCMP-printed-graphics-memory/lonelyGraphics/201505A51.html>.

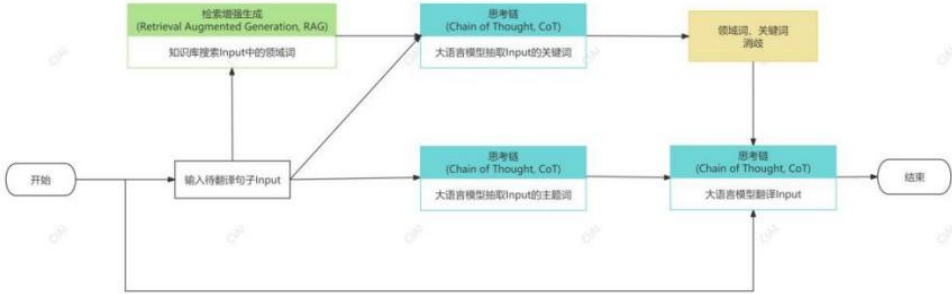


图2 翻译智能体流程图

393 黄河AI大模型

■ 所属单位

中原人工智能产业技术研究院

■ 成果简介

中原AI院基于全球水文数据，利用6000余个水文站点近30年的水文记录，开发了一个崭新的融合气象、水文等多源数据的AI大模型，预测精度大幅领先世界最好的模型，实现对1-7天中期径流的精准预测，7-14天长期径流的有效预测。

该模型在预测精度上相较于Google公司2024年发表在Nature上的方法及南洋理工大学、商汤合作的ST-LLM方法取得了显著提升，尤其是在衡量水利预测性能的核心指标 NSE（纳什效率系数）和均方误差（MSE）上表现更为优越，达到国际领先水平。

■ 成果展示

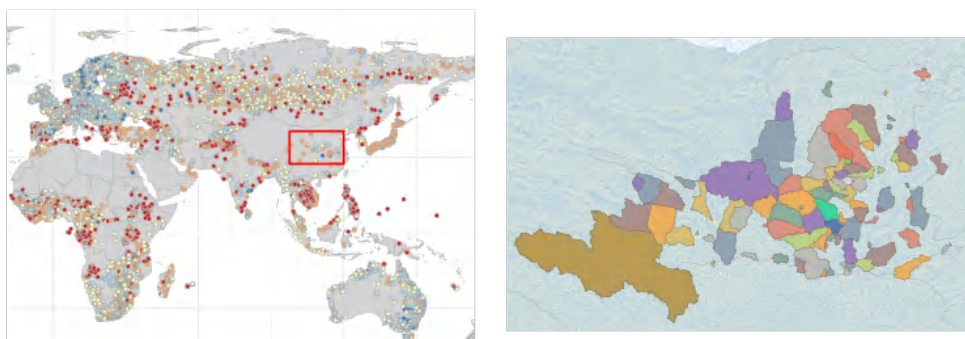


图 1 全球-区域融合建模

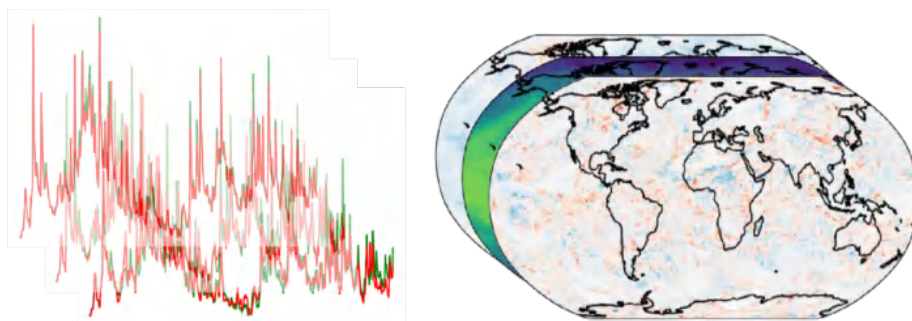
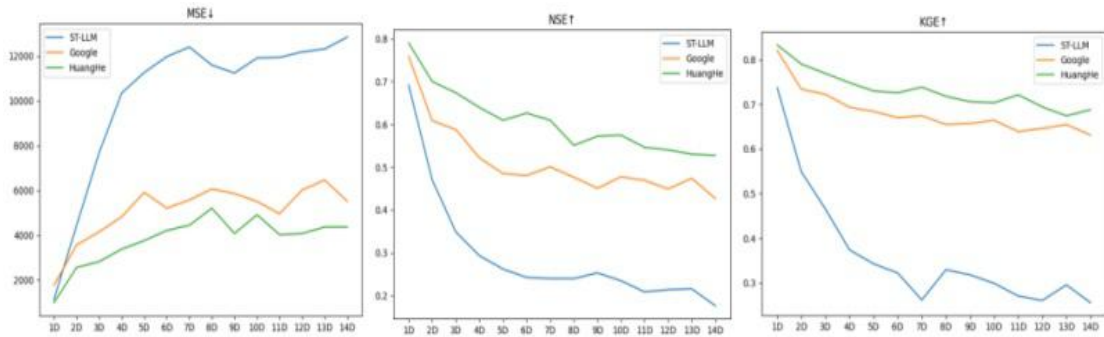


图 2 气象-水文联动预测



图示：1. 根据 1 到 14 天测流量测试结果综合来看，本大模型的 NSE 指标平均值达到了 0.606，相比之下，Google 提出的流量预测方法的 NSE 指标平均值为 0.511，提升幅度超过 18.5%；MSE 损失相对于 Google 的方法降低了 25.5%；KGE 指标提高了 7.19%；

2. 全球示范：为亚马逊河、多瑙河等复杂流域治理提供技术范式。

394 医疗人工智能助手——面向胃部精准诊疗

■ 所属单位

中原人工智能产业技术研究院

■ 成果简介

本课题基于AI大模型的强大计算能力，面向精准诊疗的核心需求，开发面向胃部精准诊疗的医疗AI助手。该模型整合了胃部内镜图像、临床数据等多维医疗数据，通过AI大模型的特征学习和知识推理，实现了胃部疾病的精准诊断、早期筛查和个性化治疗等任务。

平台目前约有80万病人的临床数据，核心技术架构包括多模态数据表示与AI大模型。基于该平台，对于胃部的精准诊疗将从“经验医学”迈向“数据驱动医学”，推动个性化治疗进入数字化时代。

■ 成果展示

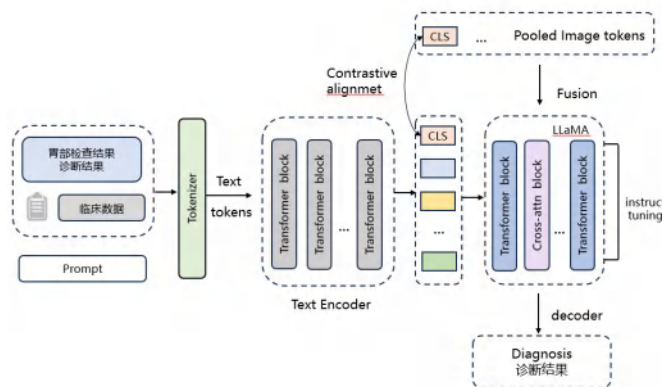


图1 医疗AI助手：DeepStomach模型

（该架构结合了文本和图像的信息，通过对比对齐和特征融合，使用约130亿参数的LLaMA模型进行诊断决策，用于基于胃镜图像和临床数据的复杂医学任务。）

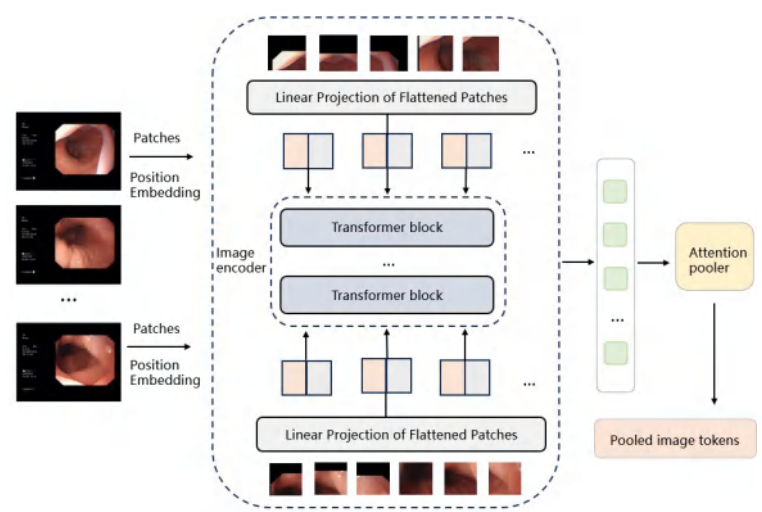


图2 医疗AI助手：Visual Encoder

（该架构利用了视觉Transformer的设计思想，从图像中提取复杂的空间关系和语义信息，用于医学图像分析。）

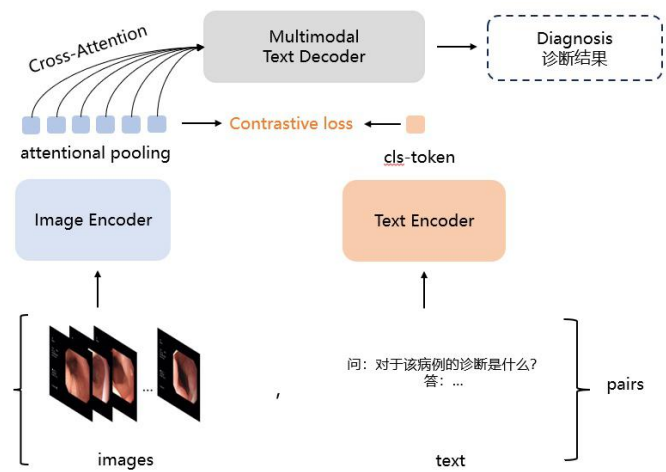


图3 医疗AI助手：Multimodal Decoder

（该架构通过image encoder和text encoder将内镜图像与临床数据结合，使用对比学习和cross-attention机制来融合图像与文本特征，最终由多模态解码器生成诊断结果。）

395 基于肌腱驱动的高动态人形机器人

■ 所属单位

卓益得机器人（河南）有限公司（中豫具身智能实验室）

■ 成果简介

本项目针对传统人形机器人在安全性、灵活性及协调性方面的局限性，提出基于肌腱驱动的人形机器人设计，旨在提升其在复杂环境与多样化任务中的适应能力与实际表现。核心技术创新包括：

（1）肌腱驱动机制：采用仿生学原理设计柔性肌腱驱动系统，结合力反馈控制，模拟生物肌腱特性，显著提升机器人的灵活性与安全性；

（2）全身协同控制：开发全身协同控制算法，实现多关节与肢体的精准协调运动，增强其动态稳定性与复杂任务适应能力；

（3）作业技能迁移：构建Human-to-Humanoid框架，结合VR实时操作、大规模数据训练及逆运动学求解，实现机器人行为模仿与智能作业。本项目推动人形机器人技术的突破与工程化应用，为医疗辅助、教育培训、公共服务及军事作业等领域提供可靠解决方案，同时助力行业标准制定，具有重要的社会和经济价值。

■ 成果展示



图1 人形机器人X02

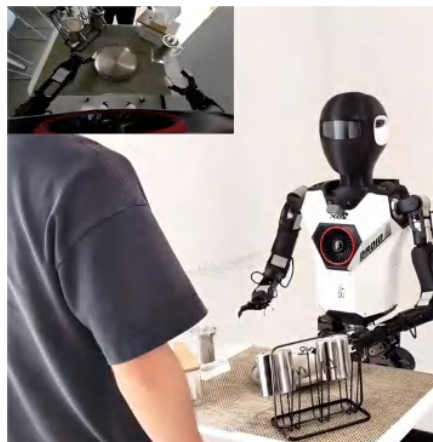


图2 X02技能学习训练



图3 《读懂中国》栏目专题报道

396 油莎豆高效低损收获机研发及产业化

■ 所属单位

龙门实验室

■ 成果简介

油莎豆是粮油兼丰新作物，抗旱节水，高产稳产，适应我国丰富的沙化非粮边际土地生产，在生态保护、农民增收、产业扶贫等方面发挥了重要作用。近年来，我国油莎豆品种选育和机械化收获等生产关键技术有重大突破，初步具备了规模化发展条件。每亩油莎豆能生产4亩大豆或2亩油菜的优质食用油和0.6亩玉米相当的饲料饼粕，生产效益和效率凸显，初步具有新油源替代潜力，新疆建设兵团把油莎豆产业作为重点产业来发展，制定了产业发展五年规划，预计2030年种植面积可达百万亩。

十四五”油莎豆产业高质量发展面临的重要瓶颈是机械化收获困难，目前国内油莎豆仍处于人工收获水平，收获成本约占种植总成本的一半左右，严重限制种植规模增长。龙门实验室研制开发的4YD-2170A型油莎豆联合收获机集挖掘、分离、清选、集果等功能于一体，具备三档无级变速静液压驱动系统，核心工作部件电控液压驱动，整机工况实时监测。现场测试表明：该机工作效率可达每小时2.5亩以上，是人工收获效率的20~30倍，总损失率 $\leq 8\%$ ，破碎率 $\leq 5\%$ 。

目前油莎豆收获机已完成第二代自走式油莎豆收获机和一代牵引式油莎豆收获机的试制试验工作，技术达到国内领先水平。

■ 成果展示



图 1 自走式油莎豆收获机
静态展示



图 2 牵引式油莎豆收获机静态展示



图 3 自走式油莎豆收获机作业
场景



图 4 牵引式油莎豆收获机作业场景

397 新型液流储能电池开发应用

■ 所属单位

龙门实验室

■ 成果简介

面向国家“双碳”战略和新能源储能产业重大需求，液流电池具有适合长时储能等优点，作为新型储能技术获得国家政策支持。龙门实验室引进叶志镇院士团队开发出国际领先水平的100kWh锌溴液流电池模块。自主研发的锌溴液流储能电池技术，由8套100kWh电池模组、PCS、热管理系统、电池管理系统（BMS）、能量管理系统（EMS）、储能电站监控系统以及冷却、消防和照明等辅助系统组成，攻克了锌溴液流电池锌枝晶、锌死晶及腐蚀、漏液等国际难题，具有高安全、低成本、大规模、长寿命、灵活布置、环境友好等优势，契合了当下市场对于新型储能技术工程化应用诉求。

■ 成果展示



图 1 100kWh 锌溴液流
电池模块



图 2 200kW/800kWh 锌溴液流储能电站

398 丙交酯聚合反应过程调控及其环内酯 共聚物的研发和产业化

■ 所属单位

龙都化工新材料实验室

■ 成果简介

成果改良了现有的聚乳酸生产工艺，构建低毒高效的锌基复合催化剂体系，开发丙交酯高效可控开环聚合的平推流反应器装备及其工艺及丙交酯-环内酯共聚物的可控制备技术，提升丙交酯聚合效率和PLA产品质量稳定性。

项目已经制备出化学纯99.7%、光学纯99.2%以上的丙交酯产品，自研的锌基催化剂不仅活性高、稳定性好，还可作为成核剂、增韧剂和增强剂，提高聚乳酸的力学性能。此外，开发的连续流聚合生产技术，实现了聚乳酸聚合反应的连续性、可控性。

本成果预计实现5000吨/年聚乳酸产业化生产能力，为万吨级工业生产提供技术支撑。项目预计可新增产值1亿元，出口创汇800万美元。带动区域生物降解材料产业下游企业取得间接经济效益约2.5亿元。

■ 成果展示



图 1 成果 PLA 样品图片



图 2 聚乳酸循环经济图

399 玉米秸秆高效制木糖/糠醛连续生产工艺 技术开发

■ 所属单位

龙都化工新材料实验室

■ 成果简介

项目以农作物秸秆、玉米芯等农林剩余物为原料，开发木质纤维可控解聚分级利用关键技术，突破连续化催化转化和高效清洁分离等核心技术瓶颈，实现秸秆高质离田利用。

项目创新构建了复合溶剂体系中连续浆态预处理选择性脱除木质素、无催化降解半纤维素、连续催化转化纤维素关键技术；并首次成功开发出规模化应用的连续化生产关键技术，有效克服了传统酸降解过程中的焦化问题，实现碳水化合物和木质素高效选择性分离。

项目创新低能耗清洁过热蒸汽耦合预处理、木糖高效富集分离技术装备、二步法糠醛连续化生产技术、联产木糖渣转化纤维饲料和土壤改良剂技术，实现糠醛产率提升20%，实现行业产值提升约4~6亿元。

■ 成果展示

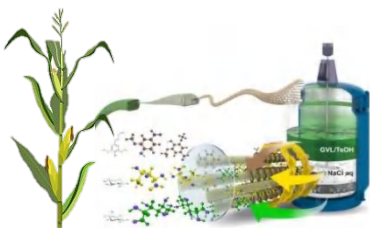


图1 秸秆高效利用



图2 成果产品—纤维复合饲料

400 生物基高速飞行器特种燃料关键技术开发及产业化应用

■ 所属单位

龙都化工新材料实验室

■ 成果简介

高速飞行器特种燃料是满足未来空天时代飞行器“更高、更快、更远”的远航程、高马赫数性能需求发展的核心能源。松脂、油脂等生物质具备资源丰富、高碳氢比、多反应位点等优势，制备的燃料展现出巨大潜力，但还存在密度、热沉、冰点等无法满足应用需求等问题。本成果以松脂、油脂等生物质资源为原料，探究了生物质基母体分子结构和空间构型对燃料密度、热值、热沉值、黏度、冰点等性能间的影响机制，突破催化重整、分子定向修饰及产品分离纯化等关键技术，构建生物基高速飞行器特种燃料，探索压力、温度、燃料组成等对燃烧性能的影响规律，为推进高速飞行器提供核心动力支撑，为推动地方经济新产业发展、助力国家科技与国防现代化做出贡献。项目创制2-3种生物基高速飞行器特种燃料，燃料密度 $>0.9\text{ g/cm}^3$ ，热值 $>45\text{ MJ/kg}$ ，热沉值 $>2.7\text{ MJ/kg}$ ，冰点 $<-70^\circ\text{C}$ 。

■ 成果展示



松脂



油脂



图 1 成果原料

图 2 成果应用—高速飞行器

401 基于供应端的信阳毛尖原料茶品质提升及茶产品开发

■ 所属单位

大别山实验室

■ 成果简介

课题组采用顶空固相微萃取结合气相色谱质谱联用仪探究不同品种的主要香气成分，确定主要成分为芳樟醇、橙花醇和壬醛，3个品种的品质更佳。以3个品种为原料，采用非靶向代谢组学技术对信阳毛尖加工过程样品进行了系统分析，鉴定出1000种非挥发性化合物，筛选出53个关键差异化合物，挖掘了影响信阳毛尖茶风味和品质的主要代谢物。对信阳各县区茶加工厂不同加工工艺进行研究，结果感官品质与关键代谢物，确定了信阳毛尖茶的加工工艺。运用智能感官拼配技术选用3个特色品种，优化加工工艺，对茶样进行拼配试验，确定规模化原料茶。以选用原料茶为基础，对产品配方进行优化确定4款茶饮料的加工参数，优化茶饮料关键工艺，在头部食品饮料公司进行中试，联合信阳鼎信森工茶业有限公司进行技术转化，对4款茶饮料生产销售。

■ 成果展示



成果获奖证书等

402 东秦岭白岗岩型超高纯石英资源评价和 产业化利用关键技术研究

■ 所属单位

超纯矿物新材料产业技术研究院

■ 成果简介

本项目为超纯矿物新材料产业技术研究院自主实施的重点研发项目，受到国家重大科技专项“超高纯天然石英砂关键技术工程化开发”、河南省重大科技专项“东秦岭花岗伟晶岩（白岗岩）高纯石英资源评价与产业化”支持。2024年12月19日，三门峡市政府在北京组织召开项目阶段性成果评审会，认定该项目实现了找矿重大突破，填补了国内空白，总体达到国际先进水平，部分达到国际领先水平，对建设我国高纯石英资源基地，打破高纯石英技术、贸易国际垄断，维护国家战略安全具有重大意义。

项目首次在国内发现和评价了白岗岩型高纯石英原料矿山，已勘探矿石储量3668.45万吨，资源潜力3亿吨以上，使我省东秦岭地区成为美国以外，全球唯一一处新发现的白岗岩型高纯石英资源地。替代国外进口原料研发光伏、半导体石英坩埚用4N8级超高纯石英砂，纯度达到99.9988%，15种杂质含量符合国际公认的IOTA标准，并完成热熔和坩埚加工试验，在破解我国高纯石英“卡脖子”难题、实现战略性矿物材料自主可供中取得重大进展。

■ 成果展示



图 1 4N8 级超高纯石英砂千吨级工业试验线



图 2 东秦岭白岗岩型高纯石英原料矿山

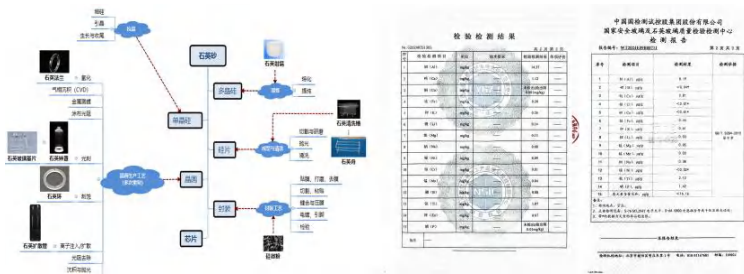


图 3 千亿级规模高纯石英产业



图 4 项目阶段性成果院士专家评审会及评审意见书

403 内生安全云原生平台

■ 所属单位

嵩山实验室

■ 成果简介

内生安全云原生平台是嵩山实验室自主研发的能够提供一体化云服务的设备和系统。采用原创的内生安全理论拟态防御技术，将动态、异构、冗余构造引入云平台的计算、存储、网络等资源的管理与控制，为不同行业的各类应用系统提供开箱即用、默认安全的云服务执行环境。同时，面向云上各类应用系统，基于拟态防御技术研制的内生安全代码设计、多样化编译、测试评估、编排部署、运行监控等系列软件工具，解决云应用拟态化开发和存量云应用拟态化改造面临的适配成本高、自动化水平低等问题。将云安全风险责任由用户侧向制造侧转移，为数字经济健康可持续发展提供开箱即用、默认安全的云化数字解决方案。

■ 成果展示

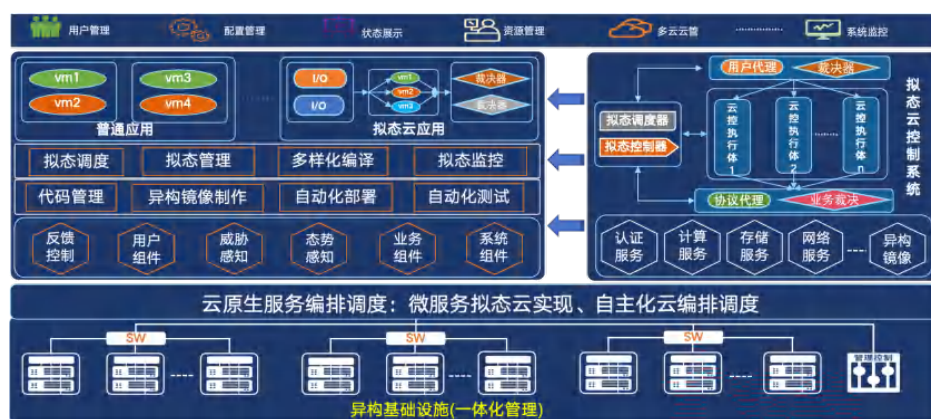


图1 内生安全云原生平台架构图



图2 内生安全云原生平台拟态大屏

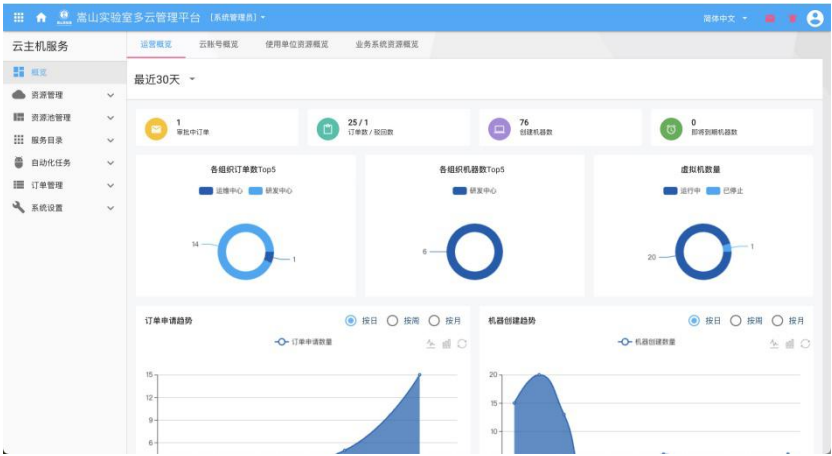


图3 内生安全云原生平台管理页面

404 多模态平行网络

■ 所属单位

嵩山实验室

■ 成果简介

多模态平行网络是基于嵩山实验室自主原创理论与技术体系，承接河南联通、河南移动现网基础设施，所构建的具备运营商平行对等拓扑、覆盖郑州城域的多模态网络设施，承载运营商现网真实用户/流量，面向电子政务、智能安防、远程教育等典型行业场景开展网络技术创新试验，实现了现有网络模态、演进型网络模态和变革型网络模态在同一基础设施中共网运行，满足垂直行业的多样化网络需求，为多样化、定制化网络模态由实验环境走向规模应用提供实网环境支撑。该成果为全球首个运营商实际落地应用的多模态试验网络设施，开创了多模态网络应用示范的“嵩山模式”。

■ 成果展示

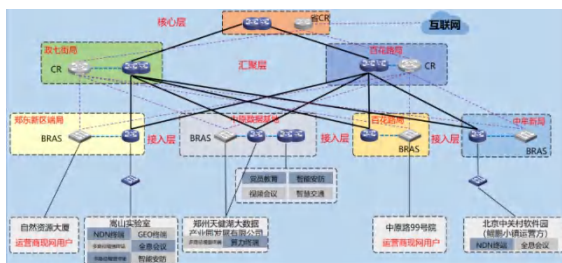


图1 河南联通多模态平行网络

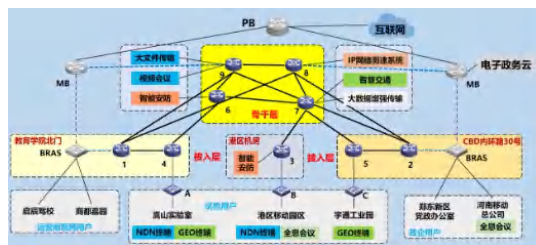


图2 河南移动多模态平行网络

405 面向多模态网络的晶上系统设计与验证 平台关键技术研究

■ 所属单位

嵩山实验室

■ 成果简介

1.项目简介：

我国芯片算力与国际先进水平相差 10 倍以上，同时面临 7nm 工艺制程的“卡脖子”问题。“软件定义晶上系统”通过架构创新以及先进封装，能有效解决算力芯片问题，突破国外对我国的芯片算力封锁，追平国际先进水平。

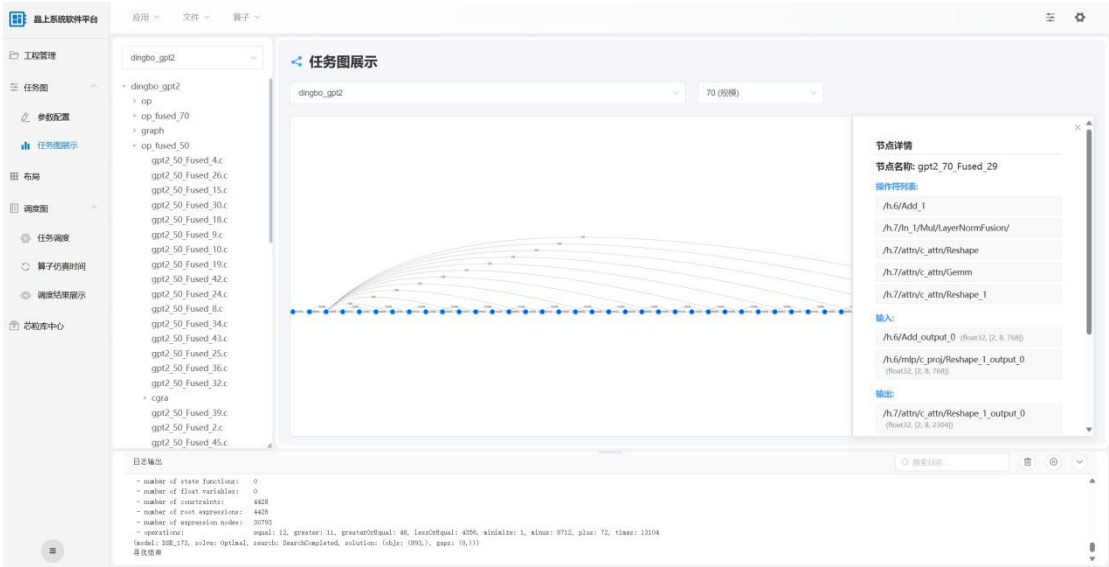
“软件定义晶上系统”的核心是晶圆级芯片，晶圆级芯片的设计需相应的平台。项目组围绕晶圆级芯片的敏捷开发，研发了晶上系统设计与验证平台。

晶上系统设计与验证平台涵盖算子库、芯粒库、超异构编译、仿真、布局工具、架构寻优等六大核心功能。同时，该平台为面向多模态网络的晶上系统设计与验证提供支持。

2.应用领域：

本项目成果用于晶圆级芯片的敏捷开发，可面向任何对算力与集成度有需求的应用场景，包括且不局限于多模态网络设备、算力中心、车载芯片、人工智能、数据中心等领域。

■ 成果展示



算子任务图

406 智能网联汽车网络安全实训系统

■ 所属单位

嵩山实验室

■ 成果简介

智能网联汽车网络安全实训系统是一个实车、实网、实战型攻防一体实训平台。

智能网联汽车网络安全实训系统是基于真实车型研发的，开放式、整车级实训平台，提供全攻击面的网络安全实训，方便实训操作，效果直观体现，与网络安全、信息安全等专业人才培养方案高度契合，体系化支撑协议逆向分析、恶意代码分析、网络对抗技术、无线网络安全、网络安全综合演练等从大二到研究生多门课程的实验环节，以及研究生的科研任务开展。

智能网联汽车内生安全实训平台由整车实训平台、实训管理系统、实训服务器与实训工具软件集所组成。同时配套活页式实训指导书，可根据培训对象进行专题培训，课程实训等。

■ 成果展示



图1 整车实训平台



图2 实训管理系统

407 丹桂信阳红茶窖制技术研究

■ 所属单位

信阳市广义茶叶有限公司、大别山实验室

■ 成果简介

通过桂花低温采摘、五窖五烘高低温转换、干燥锁香等创新技术，提升丹桂信阳红茶的香气。通过控制花茶比、温度、窖制比例、时长及次数等参数，优化丹桂信阳红茶的品质。建立丹桂信阳红茶的产品质量评价体系，为其进一步规模化开发投产提供科学依据。

■ 成果展示



图1 信阳市广义茶叶有限公司、大别山实验室研究开发的
丹桂信阳红茶



图 2 丹桂信阳红茶外包装



图 3 丹桂信阳红茶大师一号茶汤颜色

408 红茶发酵品质在线监测技术开发与应用

■ 所属单位

安徽农业大学茶业学院、浙江大学衢州研究院、大别山实验室

■ 成果简介

红茶是世界上产量最大的茶类。发酵是红茶关键的加工工序之一，对于形成红茶独特的风味和健康属性至关重要。长期以来，我国红茶发酵品质（程度）的评判和控制依赖制茶师傅的个人经验，存在准确率低、一致性差、无法量化等缺陷，导致红茶产品稳定性差。因此，开发红茶发酵品质的在线监测技术十分必要，将有利于稳定红茶品质、促进茶产业“机器换人”和新质生产力发展。

本项目针对红茶发酵过程中的外观品质变化，采用机器视觉技术模拟制茶师傅的视觉评判，搭建了在线机器视觉装置及信息采集系统。开发了基于视觉图像信息的发酵关键化学指标儿茶素、茶黄素和叶绿素的定量预测模型，绘制了发酵过程关键化学指标在时间-空间维度上的含量及分布可视化图，实现了红茶发酵品质的在线监测和实时品控。与传统品控技术相比，该技术能够有效地克服加工环节湿度大的干扰，同时装备成本极低，具有较大的产业应用前景。

■ 成果展示

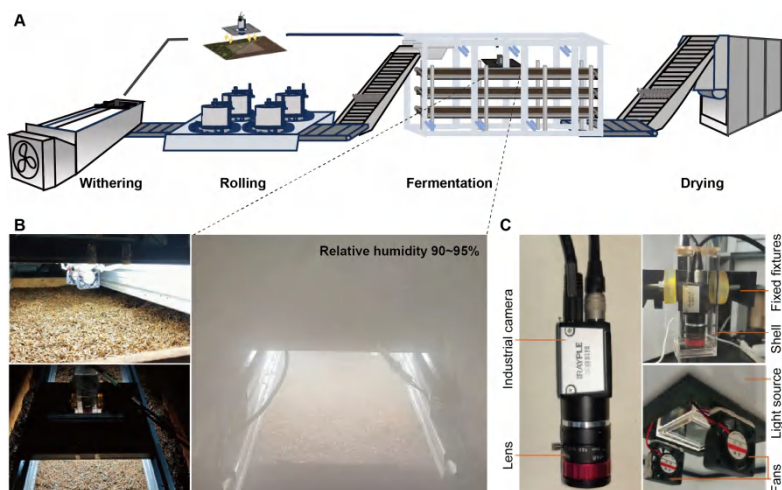


图 1 团队开发的红茶发酵品质在线监测采集系统

注：分别在萎凋和发酵环境搭建基于工业相机的机器视觉采集系统，可实现高湿度环境下发酵在制品的信息实时采集和处理。

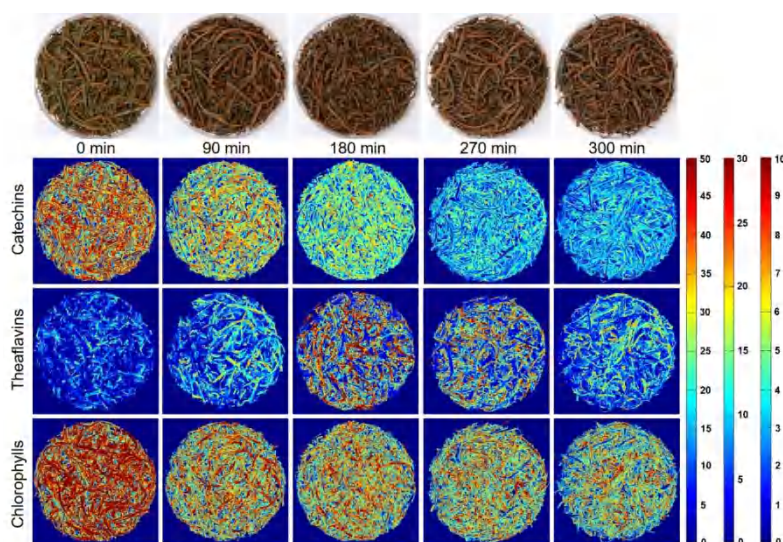


图 2 基于机器视觉的红茶发酵过程关键品质成分含量可视化

注：第一排为人眼观测到的不同发酵程度红茶在制品，评判难度极大；第二至四行分别为基于预测模型反演获得的儿茶素、茶黄素和叶绿素含量分布可视化图，红色为含量高，蓝色为含量低。

409 优质高抗茶树新品种选育及栽培技术研究

■ 所属单位

信阳农林学院、大别山实验室

■ 成果简介

本项目针对茶园生产中时常面临的低温、高温、干旱、离子胁迫等非生物逆境胁迫，一方面，利用分子生物学、细胞生物学等现代生物技术创新改良茶树抗性，培育抗冻等高抗性茶树良种，另一方面，探明不同修剪、施肥等茶园管理措施对茶树生理和茶园生态的影响，研发促进茶园安全生产的栽培模式，促进茶产业持续高效安全生产。通过系统研究已经取得成果如下：1.鉴定出“钙桥”、“果胶甲酯化”等茶树响应非生物逆境的关键结构及与结构调控密切关联的基因 20 余个，对重要基因的功能进行了初步明确；2.探明了“信阳 10 号”茶树应对低温冻害的分子和细胞结构机制；3.明确了施用叶面钙肥调控茶树氟累积、增加茶树抗冻性的生态效益与分子机制；等等。

相关成果目前已经授权国家发明专利 2 项，获批省级项目立项 4 项，发表 SCI 二区论文 2 篇等。本项目技术主要应用于茶园生态建设与逆境防控领域。

■ 成果展示

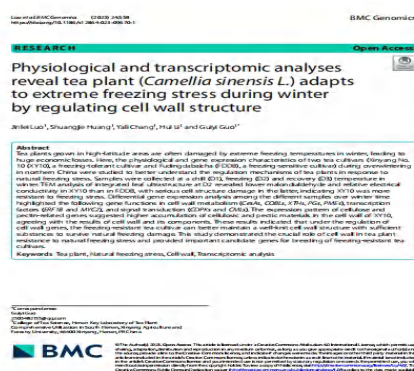


图1 明确“信阳10号”茶树应对低温冻害的分子和细胞结构机制

(SCI二区论文)



图2 探明叶面钙肥降低茶树累积氟的分子机制 (SCI二区论文)

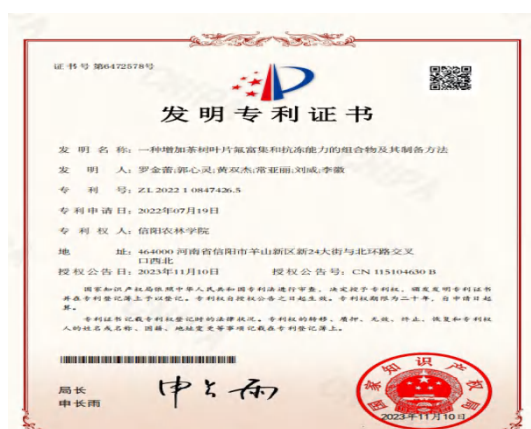


图3 提升茶树抗冻能力技术 (授权国家发明专利)

410 信阳夏秋茶品质突破关键技术研究

■ 所属单位

信阳农林学院、大别山实验室

■ 成果简介

成果基于：2014 年河南省高等学校重点科研项目；2016 年突破信阳夏秋茶品质“瓶颈”问题关键技术研究；2018 年信阳毛尖品质形成与加工工艺关键技术研究（省科技攻关）；2016 年基于茶叶加工过程主要化学成分动态变化规律提高信阳夏秋茶品质关键技术研究（省科技攻关）等项目研究。在建立茶叶生化成分与感官品质的相关性，茶叶质量评价模型的基础上，通过不同揉捻程度对信阳毛尖品质影响，不同干燥方式对信阳毛尖品质影响，不同工艺信阳毛尖和信阳红品质差异，以及改变加工工艺参数提升信阳毛尖、信阳红主要化学成分含量等研究，从而改变提高信阳毛尖与信阳红感官品质，即建立信阳毛尖与信阳红新加工工艺。

■ 成果展示

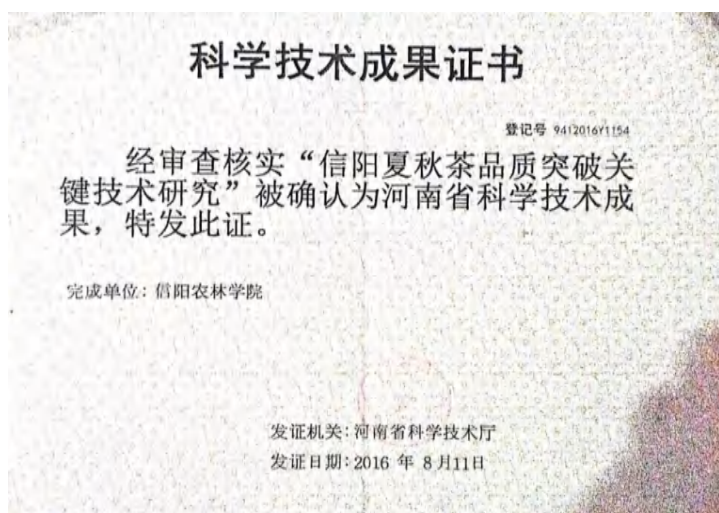


图 1 省级成果鉴定



图2 红茶加工发明专利

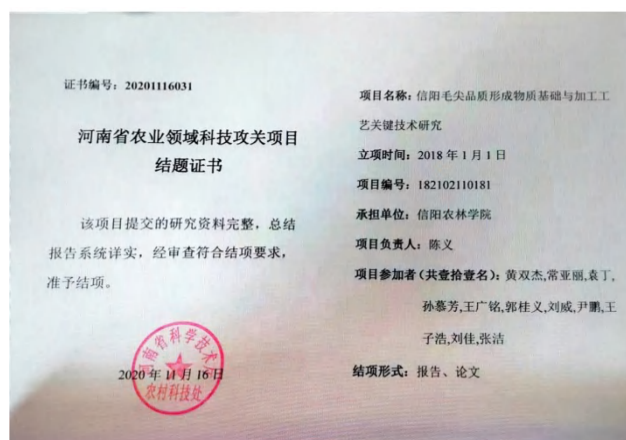


图3 省科技攻关结项证书

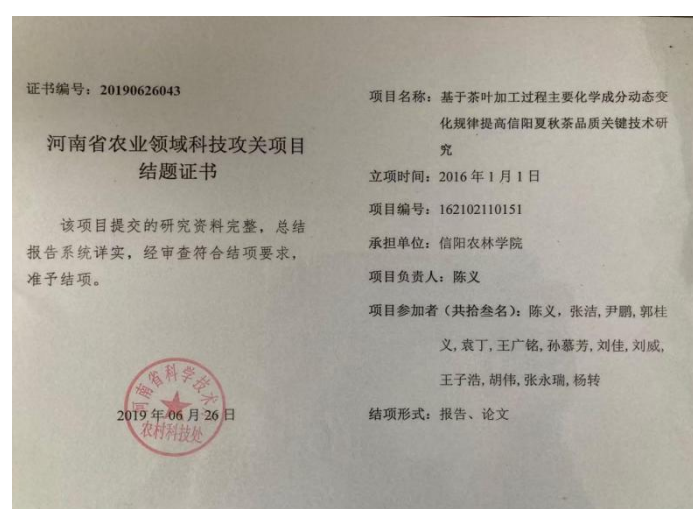


图4 省科技攻关结项证书

411 茶树氮素高效吸收利用研究

■ 所属单位

信阳农林学院、大别山实验室

■ 成果简介

茶树是中国重要的叶用经济作物，对氮素需求量较高。当前，我国茶园普遍存在氮肥施用不合理现象，不仅导致茶叶减产降质、生产成本增加，还会引起土壤酸化、面源污染、温室气体排放等环境问题，严重威胁我国农业可持续发展。

本项目针对绿色低碳茶园建设问题，一方面从种质资源鉴定的角度对信阳地区主栽茶树品种的氮素吸收利用效率进行研究，明确了不同茶树品种的氮素利用特性，另一方面从基因挖掘和功能鉴定的角度，初步鉴定茶树氮素高效吸收利用相关基因 3~5 个，通过转基因手段创制开展基因功能验证 1 个，该基因可用于开发分子标记，应用于种质创新和遗传改良。相关成果目前已经授权国家发明专利 1 项，获批省级项目立项 2 项，发表中文核心论文 3 篇等。

■ 成果展示



图1 不同茶树品种的氮素利用特性

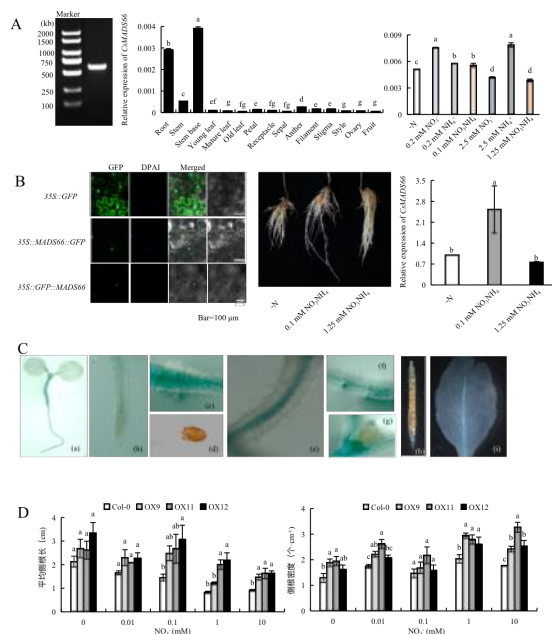


图2 茶树CsMADS66克隆、表达分析、组织亚细胞定位及拟南芥过表达植株根系参数

注：A CsMADS66基因克隆、组织定位和对不同氮素浓度和形态的响应；

B CsMADS66亚细胞定位和低氮表型及低氮根系中的表达水平;

C CsMADS66在拟南芥各个组织部位的表达;

D拟南芥CsMADS66过表达植株的侧根参数。



图3 河南省自然科学基金结项证书

412 一种平抛气吹式茶鲜叶精选平台

所属单位

安徽省农科院、大别山实验室

成果简介

茶园机械化采摘是未来茶产业发展方向，但可选择性采茶机的研制并落地还有很长的路要走。为尽快解决名优茶机械化采摘问题，本项目设计了一种平抛气吹式茶鲜叶精选平台，将采来的茶鲜叶分选，从中挑选出符合名优茶加工的鲜叶原料。通过鲜叶特征提取算法、识别分类算法、布料和卸料状态的分析、平抛运动轨迹的模拟、飞越试验、分选试验 Box-Behnken 设计、关键参数优化，得出分选高等级原料宜用 1.85 m/s 的传送带速度吹选一芽一叶，最佳参数为吹气时间 0.14ms、延时时间 13.58ms、吹气压强 0.225Mpa，性能达到 94.32%的纯净率、91.67%的选出率、100%的完整率；该平台可满足优质茶鲜叶小产量分选的需求，为达到大产量需求，可通过加宽整机宽度来提高产量。

成果展示

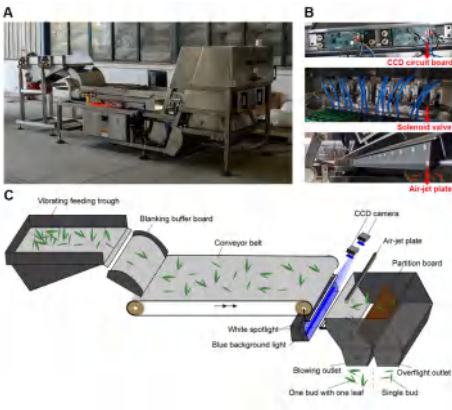


图 1 平抛气吹式茶鲜叶精选平台结构与分选原理

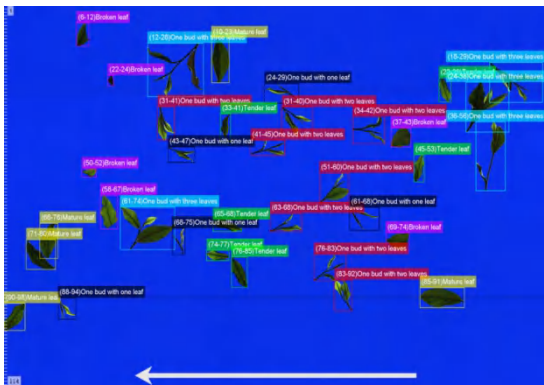


图 2 鲜叶识别和定位结果

413 茶副产物碳材料在水体污染治理中的应用

■ 所属单位

信阳农林学院、大别山实验室

■ 成果简介

茶是世界上种植面积最广、消费量最高的无酒精饮料植物之一，也是我国实施乡村振兴战略的支柱产业之一。目前，我国是世界上茶园面积最大的国家，也是世界上最大的茶叶生产国。随着茶园面积的增长和茶产业的逐步发展壮大，产生了大量茶副产物资源，直接或间接造成的经济损失和处理成本已达近千亿元，制约着茶产业的可持续发展。因此，基于茶副产物研发低成本、高效能、高价值的碳材料制备技术，有利于解决茶副产物的资源浪费问题、进一步提高茶产业的经济效益。

本项目针对茶副产物独特的理化性质，采用水热碳化法进行茶副产物基碳材料的制备、改性及在水体污染治理中的相关应用。开发了可以有效去除水体中铜、铅、锌、铬等重金属离子的、以茶副产物资源为前体材料的生物炭、碳纤维和碳量子点，实现了茶副产物的高值化利用。该技术为茶副产物资源转化利用技术的革新提供基础，为实现茶产业整体效益提升和绿色可持续发展提供科学支撑。相关成果目前已经授权国家发明专利 2 项，获批省级项目立项 1 项，发表 SCI 论文 4 篇等。

■ 成果展示

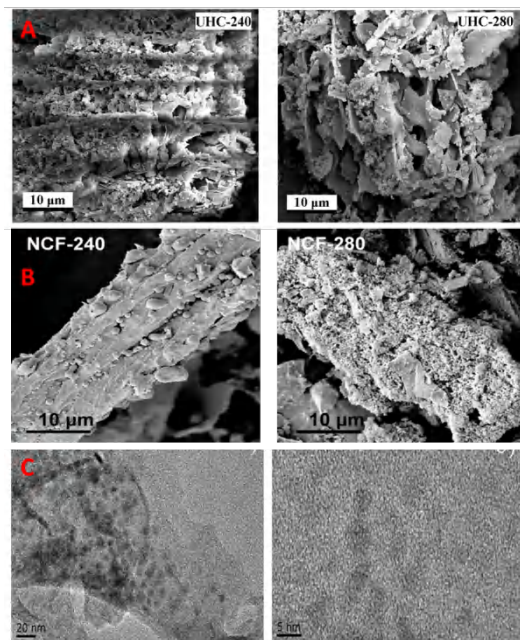


图 1 团队开发的茶副产物基碳材料电镜图
注：A：生物炭；B：碳纤维；C：碳量子点



图 2 与项目相关的部分成果展示

414 两茶质量安全检验检测技术系统 研究与开发

■ 所属单位

信阳师范大学茶叶检测中心、大别山实验室

■ 成果简介

本项目的成功开发，填补了河南省两茶产业专业性检测机构缺失的空白，一方面，有效缓解了信阳两茶企业检测难、收费高等问题，另一方面，也为两茶产业质量安全管理奠定了坚实的技术支撑。本项目系统开发了茶叶多酚、游离氨基酸、茶氨酸、水浸出物、水分、灰分、铅、粗纤维、农药残留以及油茶理化指标、脂肪酸、植物多酚等相关指标检验检测技术，并通过了河南省市场监督管理局现场考核认定。目前该系列检验检测技术已成功在信阳谭山检验检测公司获得转化，并获授 CMA 检验检测证书，2024 年服务茶企、油茶企等近百家。

■ 成果展示



图 1 检验检测资质证书



图 2 信阳师范大学茶叶检测中心

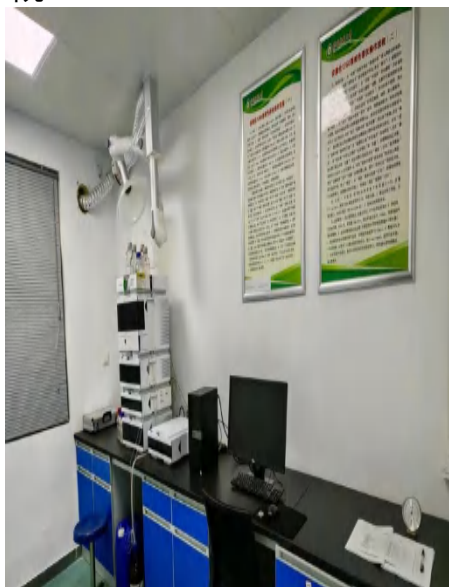


图3 高效液相色谱仪



图4 超高效液相质谱联用仪

415 科技赋能 幸“茯”相伴——高品质 信阳黑茶的研发与推广

■ 所属单位

河南农业大学、大别山实验室

■ 成果简介

针对河南省茶产品结构单一，产业链较短等难题，项目团队依托大别山实验室，聚焦信阳夏秋茶资源的利用与开发，研究了茯砖茶“菌花香”关键呈香物质烯醛类相关化合物形成机理，改良了茯砖茶的加工工艺，开发了高品质信阳黑茶。相关成果发表在 Food Chemistry、中国食品学报、现代食品科技等期刊上，申请专利 3 项，授权 1 项，主持制订了河南省黑茶地方标准 1 项。

研究成果实现了成果转化，陆续在光山、桐柏、罗山等重要产茶县建成年产 2000 吨的现代化黑茶生产线共 5 条；最大限度地发挥了我省现有茶叶资源的优势，提高了茶叶综合利用率。为进一步规范河南黑茶标准化生产，形成河南区域特色、产品差异化的格局，用标准助推河南黑茶产业发展，进一步扩大市场规模，提升市场竞争力，团队联合相关黑茶企业，制定了河南省地方标准“豫南黑毛茶加工技术规程”。

■ 成果展示



图 1 研发的信阳黑茶新产品发布



图 2 在创新创业成果展上，给省教育厅、校领导介绍
信阳黑茶新产品



图3 研发的信阳黑茶产品

416 隐形全透光伏发电玻璃

■ 所属单位

河南省柔性电子产业技术研究院、河南维柔光能科技有限公司

■ 成果简介

1.高透发电大棚（光伏农业一体化）：将透明发电技术巧妙融入农业温室常用的阳光板中。阳光板原本就具备轻薄、耐用的特点，与透明发电技术结合后，不仅保留了这些优势，更增添了高效发电的强大功能，为农业设施赋予了绿色能源生产能力，实现“一地双收”。该产品契合河南省在现代农业与新能源深度融合领域的战略布局，助力构建智能化、绿色化农业生产体系。

2.高透发电玻璃幕墙（光伏建筑一体化）：将发电功能与建筑设计无缝融合，既能满足建筑用电需求，又展现出超高的视觉通透性。作为河南省推动光伏建筑一体化发展的重点方向，该产品可广泛应用于绿色建筑项目，为城市低碳发展提供技术支撑。

3.新型照明玻璃围栏：利用自主研发材料，实现玻璃表面发光功能，彻底颠覆传统发光玻璃围栏仅具装饰作用的局限性，为智慧城市和高端建筑提供兼具照明与美观的创新解决方案。响应河南省绿色建筑发展的规划需求，该产品可应用于现代景观工程和节能建筑中。

■ 成果展示



图 1 隐形全透光伏发电玻璃展品在台灯光照下发电驱动边缘 LED 灯带工作



图 2 平米级隐形全透光伏发电玻璃样品



图 3 中试化加工产线



图 4 省委书记刘宁视察团队高透发电大棚研发成果，体验产品
自发电对手机充电

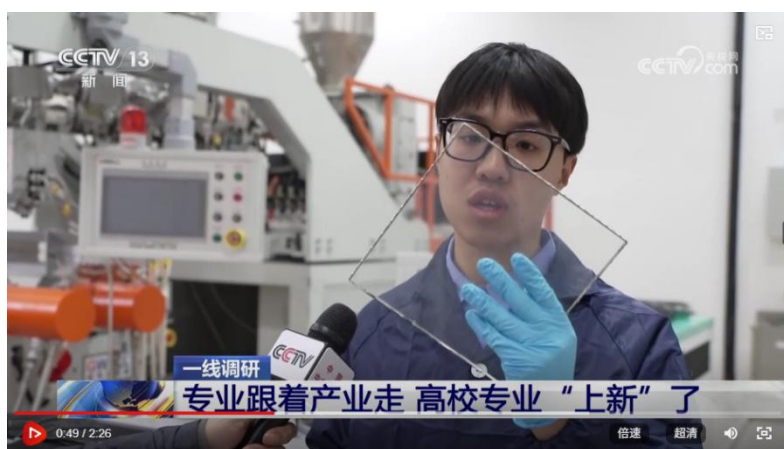


图 5 央视新闻专栏报道团队工作



图 6 团队依托研究院孵化企业荣获“创业航空港”大赛二等奖

417 视界中国-打造国产一流柔性显示材料

■ 所属单位

河南省柔性电子产业技术研究院

■ 成果简介

近些年来，柔性显示技术在智能手机、可穿戴设备、电子纸以及新兴的概念产品上得到了广泛应用。然而，我国柔性显示终端发光材料 95% 依赖国外进口，“中间体-终端材料-面板”核心产业链国产化出现断层，面板商有着“卡脖子”的风险。团队历经 20 年的研发，攻破了位阻功能化发光材料技术、位阻类结构材料宏量连续流量产技术和全球首创超空间位阻格子化技术，推出了高性能、高稳定性的 OLED 发光层客体材料、OLED 发光层主体材料、OLED 中间体材料三大系列产品，产品既可实现国产替代又可以助力面板商的产业结构升级。团队共申请了 272 项核心发明专利，已授权 99 项（含国际专利 4 项），并发表了 256 篇 SCI 论文，形成了完备的自主知识产权和生产制造工艺。其中发明专利《螺芴氧杂蒽磷氧类电致磷光主体材料及其合成和应用方法》被韩国 LG 化学和德国默克的专利引用。

■ 成果展示



图 1 柔性显示材料连续化公斤级量产



图 2 终端材料样品形态



图 3 OLED 蓝光材料溶液



图 4 OLED 技术应用于 VR/AR 等下一代智能穿戴显示

418 具身智能赋能的可穿戴柔性外骨骼研究

■ 所属单位

河南省柔性电子产业技术研究院

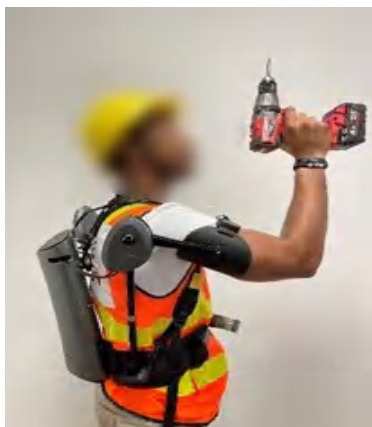
■ 成果简介

针对在重型装备制造、仓储物流、医疗复健、国防军工、以及工业 4.0 下智慧工厂中在高负载和重复劳动下对于人员的特效性关节保护工具的需求，团队进行新一代可穿戴动力外骨骼研究，分析当前动力外骨骼产品中存在的重量高、顺应差、感知弱、缺智能的发展瓶颈，研制了轻量化、低成本的穿戴式外骨骼系统，发展场景识别、运动意图分析、运动感知等核心技术，研制外骨骼差分驱动、零阻碍协同作业、算法智能辅助、肌体损伤早期预警以及远程监护等关键技术，为实现安全高效的人机交互提供有力支撑。

■ 成果展示



背部外骨骼 5.3kg



肩部外骨骼 3.5kg



智能可穿戴柔性外骨骼

419 基于无创体液监测的智能健康电子系统

■ 所属单位

河南省柔性电子产业技术研究院

■ 成果简介

无创体液中的电解质、代谢物、疾病标志物等生化成分包含了大量与健康密切相关的生物学信息，已逐步成为监测健康状况的重要指标之一。在所有人体可获得的生物液体（例如尿液、唾液、泪液、汗液）中，汗液传感是最有望发展成为无创、连续、实时监测的可穿戴医疗传感器。团队聚焦可穿戴汗液监测系统的基础研究与产业化研发，已经形成了“材料理性设计-器件拼接集成-主动健康监测-数据边缘计算”的完整产学研模式，实现了高稳定和高灵敏的传感材料的合成、大规模批量化可穿戴传感器的制备和微型化智能芯片的研发。目前，团队已成功研发“智能汗液手表 SmartSweatWatch”和“智能汗液创可贴 SmartSweatBand”两大核心产品，可以实现在运动过程及静息状态下汗液多种代谢物的连续、无创和动态监测，从而动态反应人体的运动健康状况。相关技术获授权发明专利 10 余项，发表 SCI 论文 30 余篇，并被中国网、江苏网、澎湃新闻等媒体报道。

■ 成果展示

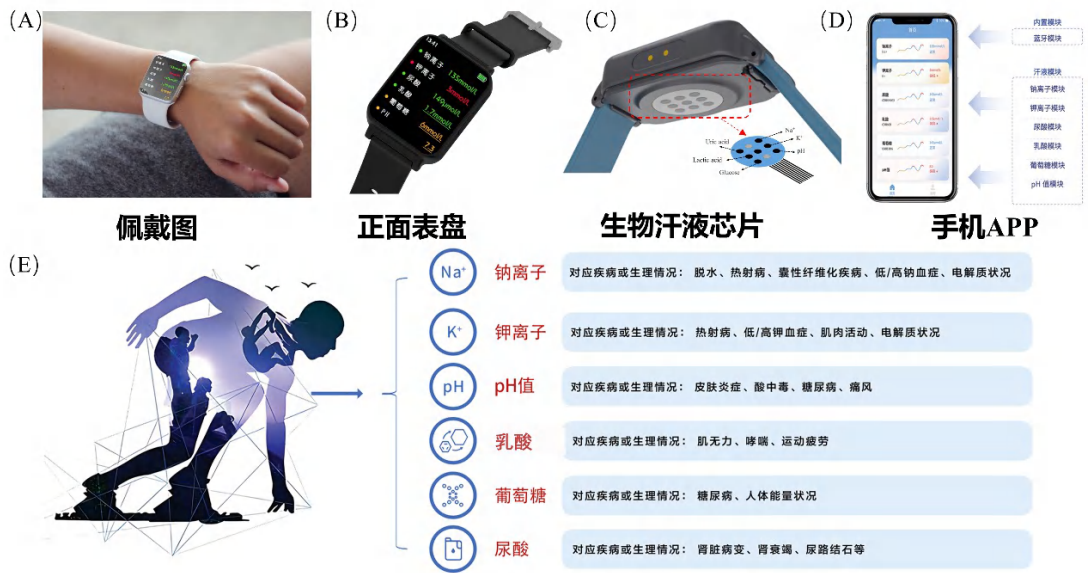


图 1 智能汗液手表 SmartSweatWatch

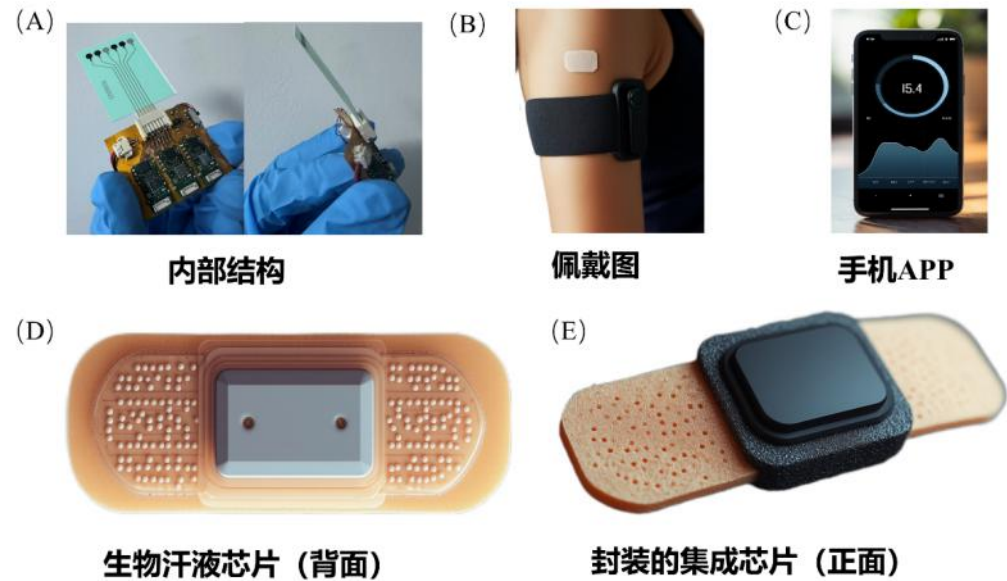


图 2 智能汗液创可贴 SmartSweatBand

420 胆相照，不如“酞怡乐”——传承与创新 解酒护肝新征程

■ 所属单位

中原食品实验室

■ 成果简介

酒文化是中华民族饮食文化的重要组成部分，相关研究显示，中国饮酒人群基数已达到5亿人，其中约有60%的人群存在被动/过量饮酒问题，高达85%的人群会在酒后出现不适症状。饮酒不仅对肾脏、胃肠道、神经系统和循环系统具有一定的毒性，更重要是影响人体肝脏健康。为改善长期过量饮酒人群的健康状况，本项目基于中药学和微生物学理论，对药食同源本草、益生菌和相关酶系促进乙醇代谢的机理和互作机制进行深入研究，开发了相应护肝解酒产品——酞怡乐。

产品采用国医大师护肝中草药秘方配合专利太空益生菌，经动物与人体实验验证表明，单次服用本品3小时酒精降解率平均可达78%，长期服用本品（三周以上），肝脏谷丙转氨酶和谷草转氨酶指标均得到明显下降，养肝护肝效果明显。

■ 成果展示



图 1 酞怡乐展示照 1



图 2 酞怡乐展示照 2

421 昆虫先锋：昆虫蛋白开发与应用

■ 所属单位

中原食品实验室

■ 成果简介

昆虫蛋白具有种群数量广、资源可再生、养殖周期短、蛋白质量高、环境友好等优点，是替代传统动、植物蛋白质的潜在重要来源。本项目通过昆虫养殖分析和潜在应用筛选，以五谷虫作为主要研究对象，对其抗菌特性、促进伤口愈合以及降糖等效果进行了研究。目前已建立五谷虫抗菌肽的提取方法，并基于抑菌实验分析发现，所制备五谷虫抗菌肽对铜绿假单胞杆菌等表现出良好的抑菌效果。以五谷虫全粉为原料开发伤口护理软膏一款，小鼠实验显示五谷虫伤口护理软膏可以显著降低炎症因子，刺激细胞增殖，从而促进伤口愈合。此外，五谷虫降血糖大鼠实验结果表明，五谷虫粉能够有效降低高脂饮食造成的糖尿病大鼠血糖水平。本项目研究结果对促进五谷虫蛋白开发和产业化应用具有重要实际意义。

■ 成果展示



图1 本项目的整体技术路线

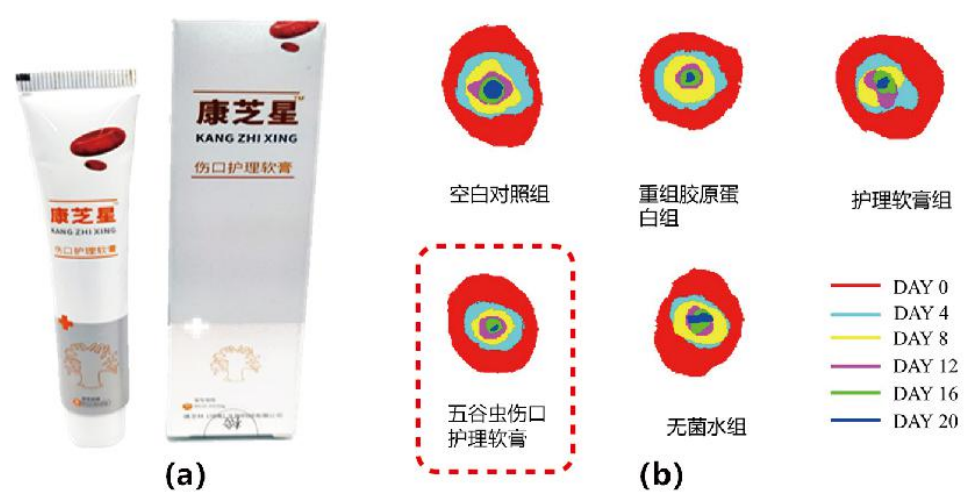


图2 （a）基于五谷虫全粉开发的伤口护理软膏；
（b）五谷虫伤口护理软膏促进伤口愈合效果图

中国恩菲工程技术有限公司科技成果

422 钪基固体氧化物燃料电池研究

■ 所属单位

中国恩菲工程技术有限公司

■ 成果简介

针对氢能分布式发电领域固体氧化物燃料电池（SOFC）体系对于高性能低成本关键材料及电堆装置的需求，中国恩菲在钪基 SOFC 系列技术及产品取得了重大突破：

1.钪基 SOFC 电解质粉体：针对传统钇锆电解质粉体中低温下电导率低、产品稳定差等问题，突破了粒度可控的高稳定性钪锆电解质粉体制备技术，形成了电导率为市售钪锆粉体 2 倍以上的钪锆电解质产品，建成了年产 1 吨的钪锆粉体生产线，为钪基 SOFC 中下游产品提供稳定原材料供给；

2.钪基 SOFC 电解质薄膜及单电池：以钪锆电解质粉体为原材料，研发了尺寸为 10 cm*10 cm、厚度 $\leq 200\ \mu\text{m}$ 的钪锆电解质薄膜，解决了薄膜曲翘易变形等问题，形成了宏观平整和微观致密的钪锆电解质薄膜产品；以电解质薄膜为支撑体，原位构建阴阳极功能层，制备得到工业尺寸的高一致性电解质支撑型单电池产品，实现了单电池的低成本批量稳定生产；

3.钪基 SOFC 电堆：自主研发了钪基 SOFC 电堆的制备组装工艺，攻克了电堆组装气密性差、稳定性差等难题，形成了一致性高、放电性能优、气密性好的钪基 SOFC 电堆产品，为 SOFC 电堆在分布式发电、大型数据中心等应用领域提供了技术支撑，加速了我国固体氧化物燃料电池的商业化进程。

■ 成果展示

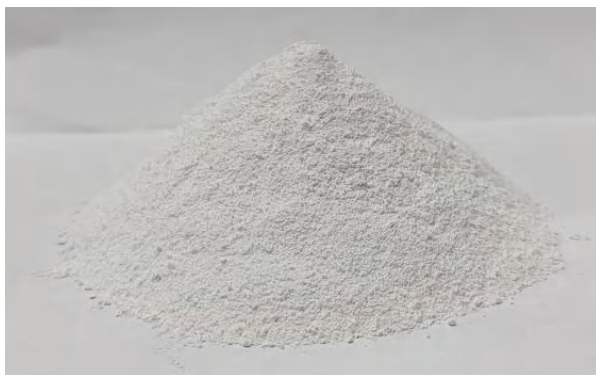


图1 钨锆电解质粉体



图2 钨锆电解质薄膜和钨锆电解质支撑型单电池



图3 五节堆

423 短流程钒储能电解液技术研究

■ 所属单位

中国恩菲工程技术有限公司、菲钒储能科创公司

■ 成果简介

针对传统钒电解液生产工艺流程长、成本高的特点，中国恩菲短流程钒储能电解液制备技术取得突破进展，所生产的高品质钒电解液较传统工艺的成本低 20~35%。

全钒液流电池是一种利用钒离子不同氧化态化学势能储存能量的氧化还原液流电池系统，其核心材料钒电解液成本占比高达 40%~80%。传统生产工艺流程长、成本较高，制约了其大规模应用。中国恩菲自 20 世纪 70 年代起开展钒技术研发，以钢渣等为原料，形成钒冶金技术体系，并应用于多个大型项目。近年来，中国恩菲率先采用“调质-萃取”短流程技术，攻克杂质分离和积累难题，形成三代短流程工艺。1.0 版本实现钒与多金属杂质分离；2.0 版本解决杂质积累问题，制备出高纯硫酸氧钒电解液；3.0 版本验证了对多种原料的适应性。该技术具有环保效益优、产品质量高、成本低、原料适应性强等优势，大幅降低了生产成本。2025 年初，中国恩菲短流程钒储能电解液制备技术中试成功，千吨级中试线实现 40 天连续稳定运行，测算生产成本有望较传统生产技术低 20% 以上，为全钒液流电池的推广提供了有力支持。

■ 成果展示



图1 中国恩菲短流程工艺小试情况



图2 中试产出的钒电解液样品

424 4N高纯氧化钨

■ 所属单位

中国恩菲工程技术有限公司

■ 成果简介

针对高要求应用场景对 GB/T 13219-2018 4N 高纯氧化钨的需求，中国恩菲在 4N 高纯氧化钨技术及产品取得了重大突破：

1.精炼提纯工艺：研发出一套先进的氧化钨连续精炼提纯工艺与专属装备系统，掌握了 4N 高纯氧化钨高通量制备的核心技术。通过创新性的多级提纯手段，有效解决了传统工艺中杂质难以深度去除、产品纯度不稳定等关键问题，成功制备出超高纯度的 4N 高纯氧化钨产品，为航空航天、电子信息等高端领域提供了高品质的基础材料解决方案。

2.微观结构调控：突破性地研发出针对 4N 高纯氧化钨微观结构的定向调控技术，精准控制氧化钨晶体的生长与缺陷形成。通过优化工艺参数，实现了对氧化钨晶体微观结构的精确设计，形成了具有超细微观结构的 4N 高纯氧化钨产品，其晶体完整性与稳定性较行业同类产品提升 30%以上，显著增强了产品在极端条件下的性能表现。

3.成本控制与规模化生产：基于自主研发的先进工艺与技术，攻克了 4N 高纯氧化钨制备过程中成本高昂、生产效率低、产品一致性差等工程化难题。形成了一套从原料采购、生产工艺到质量控制的“全流程+装备”一体化核心技术体系，在保证产品质量的前提下，综合成本降低 40%以上，为 4N 高纯氧化钨在新能源、5G 通讯材料等新兴领域的大规模低成本应用奠定了坚实基础。

■ 成果展示

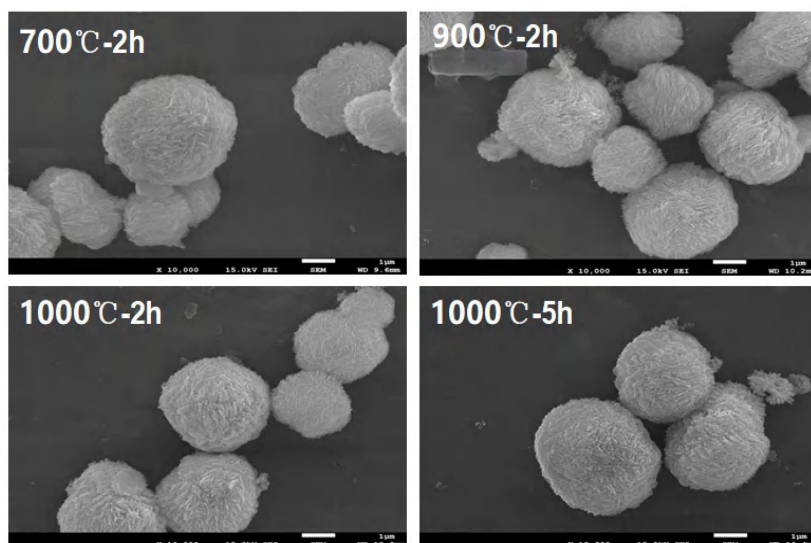


图1 高纯超细氧化钪微观形貌



图 2 4N 高纯氧化钪成品库



图 3 高纯氧化钪宏观图

425 锂离子电池硅基负极材料

■ 所属单位

中国恩菲工程技术有限公司

■ 成果简介

针对高比能锂离子电池与新型电池体系对高性能低成本负极材料的需求，中国恩菲在硅基负极材料系列技术及产品取得了重大突破：

1. 纳米硅：研发硅基材料连续纳米化工艺与装备系统，掌握纳米硅高通量制备与改性关键技术，解决纳米硅易团聚、导电性差、压实密度低等应用难题，形成高分散、高导电、球形纳米硅产品，为新一代高比能全固态锂离子电池提供负极材料解决方案。

2. 多孔碳：研发第 3 代硅基负极材料关键前驱体多孔碳的低成本复合碳源，突破碳材料微观多级孔隙结构定向制造与调控技术，形成高动力学活性多孔碳产品，实现同等成本条件下总孔容积较行业主流产品提升 20%以上。

3. 硅碳负极材料：基于自研多孔碳产品，攻克化学气相沉积法第 3 代硅基负极材料制备效率低、运行成本高、产品一致性差等工程化难题，形成 GB/T 38823-2020 第 V 代硅碳负极材料“工艺+装备”一体化核心技术体系，综合成本降低 30%以上，奠定高性能硅碳负极材料在消费、动力、储能领域大规模低成本应用基础。

■ 成果展示

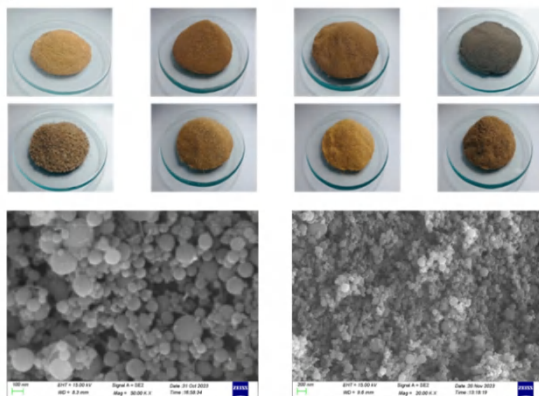


图1 高分散、高导电、球形纳米硅产品

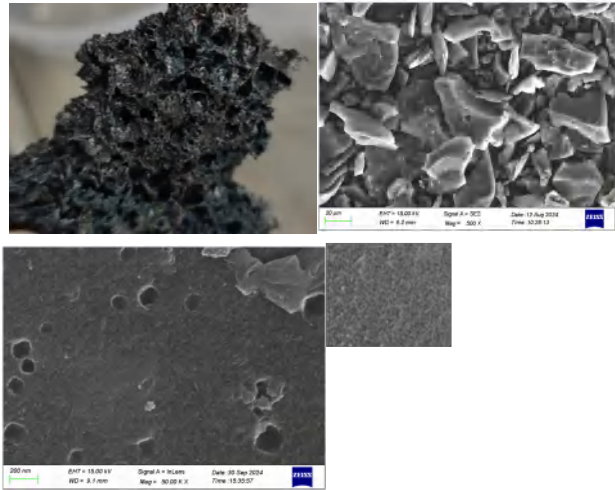
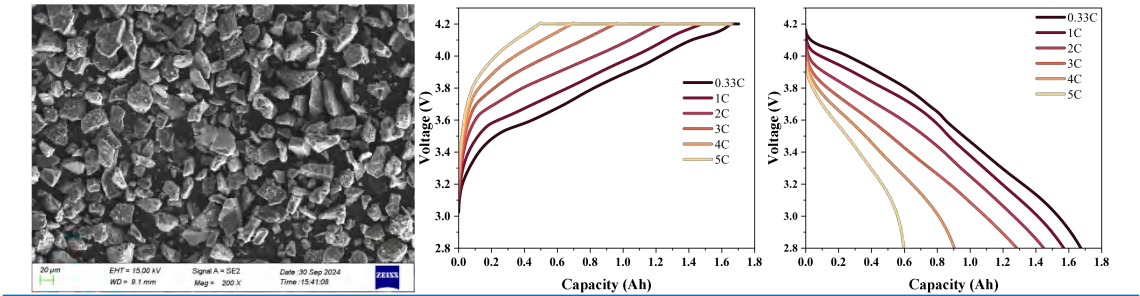


图2 高动力学活性多孔碳产品



技术指标对标	硅含量	振实密度	压实密度	比表面积	比容量	首次库伦效率
本产品	~50 %	0.71 g cm ⁻³	1.20 g cm ⁻³	5.4 m ² g ⁻¹	>2000 mAh g ⁻¹	>90 %@2 V
		3			1	>89 %@1.5 V
GB/T 38823-2020		≥0.5 g			≥1500 mAh g ⁻¹	
第 V 代产品	≥40 %	≥1.0 g cm ⁻³	≤8 m ² g ⁻¹			≥86 %
		cm ⁻³			1	

图3 高性能低成本硅碳负极材料产品

各地市科学院简介

426 河南省科学院鹤壁分院简介

河南省科学院鹤壁分院，位于鹤壁市淇滨区科创新城创业创新园，于2022年9月揭牌成立，是省科学院在省辖市设立的首家分院。由河南省科学院与鹤壁市人民政府共同组建、共同运营，双方在关键技术攻关、人才培育培养、科技成果转化等方面开展全方位合作。设立理事会，实行理事会领导下的院长负责制和首席专家负责制。聘请中国科学院院士戴金星担任名誉院长，聘任中原学者、河南工业大学原党委书记张元担任院长，聘任河南省科学院新型显示技术研究所执行所长贾思琪担任副院长，采取以研究所、实验室、成果转化公司等新型研发机构为主体的市场化、企业化运营模式。



图1河南省科学院鹤壁分院办公楼



图2 河南省科学院鹤壁分院展厅

427 清洁燃料（轻油）项目

■ 所属单位

河南省科学院鹤壁分院

■ 成果简介

鹤壁分院与锦百能源产业（鹤壁）有限公司共同研发，本项目以轻芳烃、碳五、乙醇、MTBE、添加剂A和添加剂B等为主要原料，生产可替代燃气（天然气）、煤气、汽油、柴油等的清洁燃料，可作为“油改气”和“汽车动力液”使用。流程工序包括氮气置换、原料进料、混合搅拌、检测、产品储运等五道工序，生产装置自动化程度高，安全性可靠，经权威检测机构检测，氮氧化物、二氧化硫等排放全部优于国家标准，各项指标均优于行业标准，具有燃烧效率高、污染物排放低、稳定性好等显著特点，能够有效满足当前市场对清洁能源的需求，可广泛应用于五金冶炼、锅炉供热、汽油替代等领域。清洁燃料（轻油）的广泛应用将有助于减少传统燃油燃烧带来的大气污染物排放，改善区域空气质量，创造更加清洁、健康的生活环境。

■ 成果展示



燃烧积碳测试

428 塑料的生物降解及其资源化利用技术

开发项目

■ 所属单位

河南省科学院鹤壁分院

■ 成果简介

鹤壁分院与鹤壁市人元生物技术有限公司、武汉科技大学共同研发，本项目以PET/PBAT塑料降解产物单体作为罗氏真氧菌 (*Ralstonia eutropha* H16) 碳源合成可降解生物塑料聚羟基脂肪酸酯PHA。通过优化和筛选不同表达元件实现PETase、角质酶等在罗氏真氧菌中的表达，通过合成生物学手段同时引入Tph操纵子，实现罗氏真氧菌在降解PET、PBAT等塑料的同时，将降解产物对苯二甲酸转化为3, 4-二羟基苯甲酸，有效提高可降解生物塑料聚羟基脂肪酸酯PHA的合成水平，实现塑料的降解及资源化利用。同时，建立了废弃塑料定向高值转化合成PHA的集成工艺，实现PET/PBAT废弃塑料高效利用及可降解生物塑料PHA的清洁生产。本项目可以减少环境白色污染同时实现不可降解塑料的高值化，极大的降低生产成本，在实现资源循环利用方面具有广泛的经济前景。

■ 成果展示



图1成果展示



图2工业化展示

429 河南省科学院平顶山产业技术研究院简介

河南省科学院平顶山产业技术研究院由河南省科学院和平顶山市政府合作共建,按照新型研发机构建设运行,致力于打造“有组织科研+有组织成果转化”于一体的科技创新策源地。围绕新材料、先进装备制造、新能源储能、生物医药、电子信息和数字经济等产业发展需求,引育创新人才团队,开展关键核心技术攻关,推动相关领域“卡脖子”技术突破。大力推进集科技研发、成果转化、科技服务、科技孵化、产业培育一体化的创新平台建设,全面促进创新要素和产业资源全面精准衔接、高效有序互通、协同融合发展,加快科研项目实施和科技成果转化,服务和支撑全省“7+28+N”重点产业链群建设和平顶山市中国尼龙城高质量发展、白龟湖科创新城高水平建设。



图1 河南省科学院平顶山产业技术研究院揭牌仪式



图 2 尼龙新材料概念验证中心

先进高分子与功能纤维团队



朱美芳 ZHU MEI FANG（团队带头人）

中国科学院院士，发展中国家科学院院士，现任东华大学材料科学与工程学院院长、纤维材料改性国家重点实验室主任。纤维材料研究领域学术带头人、科技部重点领域创新团队负责人，主持国家重点研发计划等科研任务40余项，发表SCI论文300多篇，出版著作10部(章)；获授权发明专利160余件、PCT6件。以第一完成人获国家技术发明二等奖、国家科技进步二等奖等10余项。

经济植物研究与开发利用团队



刘志明 LIU ZHI MING（团队带头人）

美国东新墨西哥大学终身教授，博士生导师，原美国新墨西哥州科学院院长，2024年入选“中原英才计划”领军人才，湖南省“百人计划”和“芙蓉学者”特聘教授。主持和参与多项国内外重点基金和科研课题20余项，发表SCI论文80余篇，指导学生参加美国学术竞赛获奖12项。

图 3 创新型人才团队

430 高强聚酰胺纤维及制品技术

■ 所属单位

河南省科学院平顶山产业技术研究院

■ 成果简介

河南省科学院平顶山产业技术研究院、东华大学、神马实业股份有限公司等联合攻关“超强高耐热聚酰胺66纤维制备关键技术”，通过开发连续聚合和固相增粘技术得到纺丝级高粘切片，其相对粘度为80-90（甲酸法），分子量在36000以上。进一步开发高旦聚酰胺纤维的多级高倍牵伸的纺丝工艺，通过对纺丝温度急速冷却成形、上油、牵伸以及热定型等纺丝过程的控制与调节，经卷绕后得到线密度在2800dtex以上，干热收缩率在3.0-4.0%之间，断裂强度9.3-10.0g/d，断裂伸长率在20.0-24.0%，强度保持率>90%的高强超耐热高旦聚酰胺66纤维。项目产品拟应用于大飞机帘子线等领域。

■ 成果展示



超高耐热聚酰胺 66 纤维

431 新型纳米碳制备技术及储能应用

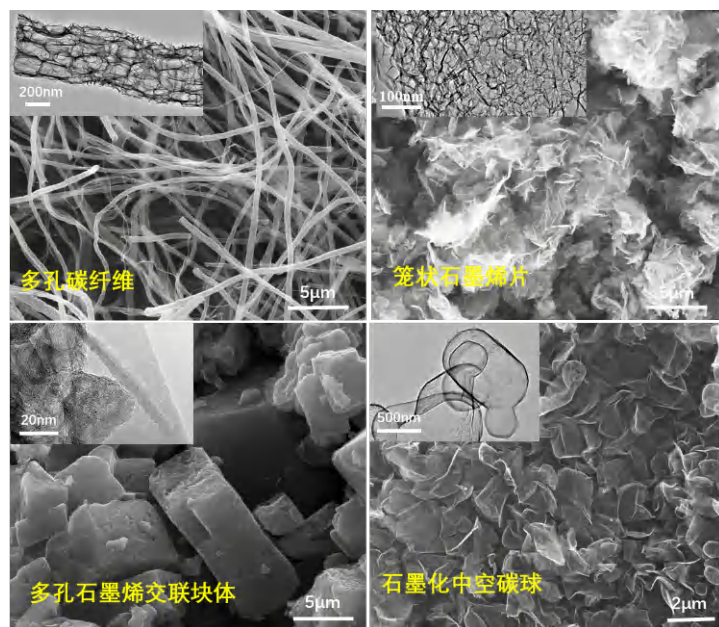
■ 所属单位

河南省科学院平顶山产业技术研究院

■ 成果简介

河南省科学院平顶山产业技术研究院联合西安交通大学开发了新型纳米碳材料的可控制备技术，实现了石墨化纳米碳、笼状多孔石墨烯片/块体、多孔碳纤维、碳-金属基复合材料等多种碳材开发，在锂/钠离子电池、超级电容器、催化等能源领域具有巨大应用潜力。

■ 成果展示



新型纳米碳材料

432 开封市科学院简介

开封市科学院成立于 2022 年 4 月 26 日，为开封市政府直属公益二类事业单位。在开封市委、市政府的领导下，开封市科学院立足高端人才集聚、做好产业需求和创新资源之间桥梁和平台职能定位，围绕人才引育、科技创新、关键共性技术研发、科技成果转移转化等方面开展工作。

开封市科学院成立以来，围绕开封市主导产业以“科学院+领军企业+科研团队+N 个相关机构”的模式相继成立了化工、空分、精准医学、人工智能、智慧水利等五个产业研究所，聚焦关键技术研发，推动技术创新成果转移转化，努力打造创新高地，创造更多“从无到有”“从有到优”的突破性科研成果，为开封市产业转型升级奠定更加坚实的基础。



图 1 开封市委书记高建军与中国工程院院士张新友共同为开封市科学院揭牌



图 2 开封市委书记高建军，河南大学党委书记、开封市科学院名誉院长季波共同为空分和精准医学产业研究所揭牌

433 AI辅助环己酮氧化制备聚己内酯

关键技术及产业化

■ 所属单位

开封市科学院

■ 成果简介

聚己内酯（PCL）是一种可完全生物降解的高分子材料，在生物医学工程、医药卫生、环保材料以及3D打印等领域已有较成熟的应用（图1）。 ϵ -己内酯是生产PCL的关键原料，其合成工艺受到国外技术垄断，国内长期依靠进口，价格居高不下。

研究团队已在翱图（开封）环保科技有限公司搭建50吨/年 ϵ -己内酯合成中试放大验证平台（图2），项目在以空气为氧化剂，醛为助氧化剂，40~60°C，常压的温和条件下，于2015年1月1日投料开车成功运行，实现环己酮转化率>95%， ϵ -己内酯选择性>99%， ϵ -己内酯经精馏提纯至99.5%以上。2025年将建设10000吨/年 ϵ -己内酯生产线，初步计算毛利润1.786亿，纳税5000万，提供就业岗位100个。

该技术解决了环己酮制备 ϵ -己内酯这个关键的“卡脖子”技术难题，对于打破国外垄断，实现PCL生产的国产化，意义重大。

■ 成果展示

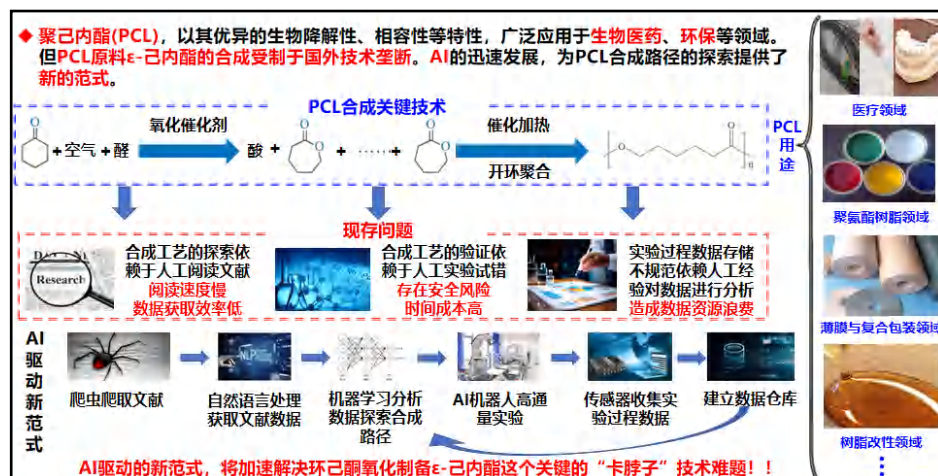


图1 AI驱动加速聚己内酯合成

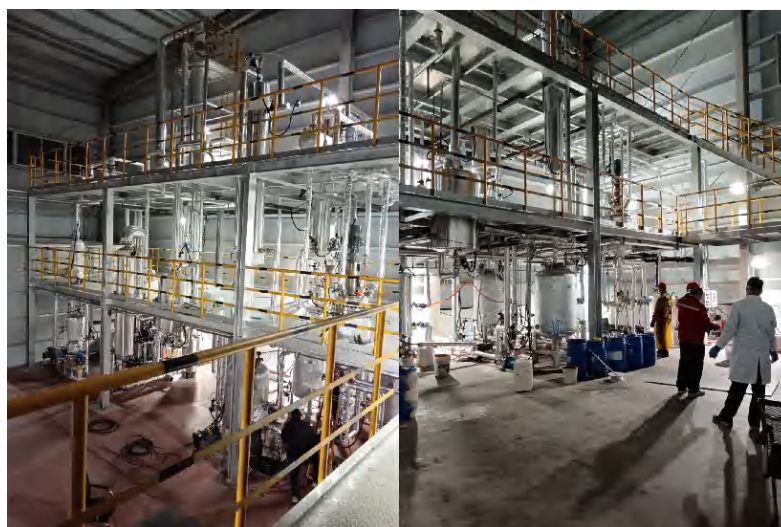


图2 50吨/年ε-己内酯合成中试放大验证平台

434 高性能阻燃聚甲醛复合材料创制

■ 所属单位

开封市科学院

■ 成果简介

聚甲醛（POM）是五大工程塑料之一，具有较高的弹性模量、刚性和硬度，比强度和比刚性接近于金属钢，耐磨性和自润滑性好。广泛应用于汽车、电子电气、家用电器等领域。然而，聚甲醛极其易燃又难阻燃，导致目前国内外市场上尚无商品化的UL94级阻燃产品。

研究团队自主研发了可交联多功能阻燃成炭剂，并构建了高效膨胀阻燃体系，添加23-25%达UL94 V-1阻燃级，添加28-30%达UL94 V-0级。并且阻燃聚甲醛的极限氧指数达50%以上，热释放速率峰值下降约70%，力学性能好，抑烟毒效果优异，完全可满足汽车以及电子电器等领域的应用要求。经企业验证及下游客户试用，反馈效果好。本项目具有完整的自主知识产权，技术水平达国际先进甚至领先水平，不但能够填补市场空白，显著提高聚甲醛附加值，创造较高的经济和社会效益，还具有很高的成果转化显示度。

■ 成果展示



图1 多功能阻燃成炭剂中试放大



图2 阻燃聚甲醛企业验证实验



图 3 中试阻燃聚甲醛产品

435 濮阳市科学技术研究院简介

濮阳市科学技术研究院于2022年2月10日在省辖市内首家揭牌成立，为濮阳市人民政府直属正处级公益二类事业单位。牵头建设龙都化工新材料实验室，并与省实验室一体建设、融合发展。核定事业编制300名，主要用于引进、培育高层次人才，实有人数44人，其中研究生以上学历26人。

主要职能是坚持先进应用技术研发、科技成果转移转化、科技型企业孵化、高层次人才引育四个职能定位，着力打造“小机构、大平台、服务型、产业化”新型研发机构，为濮阳乃至中部地区的发展提供人才和科技支撑。



图1 濮阳市科学院办公楼



图2 濮阳市科学院展厅



图3 濮阳市科学院科研人员在实验室内进行项目技术研发

436 15万吨/年可持续航空燃料项目

■ 所属单位

濮阳市科学技术研究院

■ 成果简介

濮阳市科学技术研究院联合河南省君恒实业集团生物科技有限公司组成科研团队，共同进行技术攻关，开发出新型加氢催化剂及新型分子筛异构催化剂，该类型催化剂为国内首次在民营企业生物质液体燃料装置中使用并取得优异效果，为君恒生物公司建成投产15万吨/年可持续航空燃料项目打下坚实基础，该项目的建成不但实现了国有自主知识产权的生物航煤批量生产，同时打破了欧美国家的技术垄断，促使君恒生物成为我国首个获得可持续航空燃料适航证书的民营企业，也是国内唯一能够批量生产生物航煤的企业，现在君恒生物公司已成为国内最大的烃基生物柴油、可持续航空燃料生产基地及出口商。

应用领域：生物质新能源领域

■ 成果展示



图1 15万吨/年可持续航空燃料项目装置

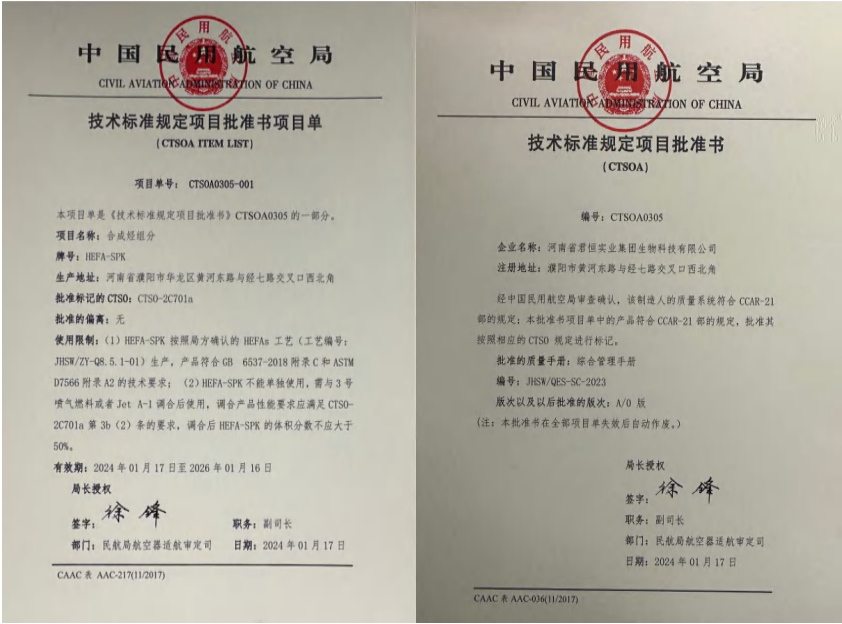


图2 君恒生物公司获批中国民航局适航认证书

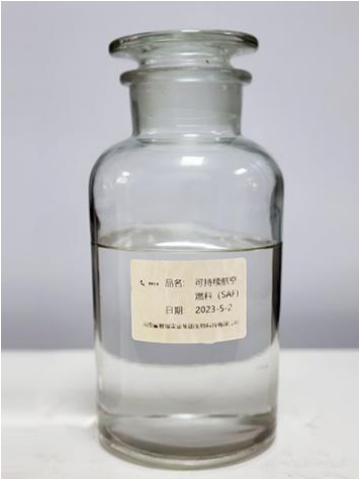


图3 可持续航空燃料SAF

437 2000吨/年双马来酰亚胺树脂（BMI）技术开发与应用项目

■ 所属单位

濮阳市科学技术研究院

■ 成果简介

濮阳市科学技术研究院联合蔚林新材料科技股份有限公司组成科研团队，共同开展双马来酰亚胺树脂（BMI）技术开发与应用项目研究，研发出一种新型绿色技术路线，该路线具有生产效率高，后处理简单、溶剂可回收、产品质量高等优点。它是以马来酰亚胺(MI)为活性端基的双官能团化合物，因其优异的耐热性、电绝缘性、耐辐射、阻燃性，良好的力学性能和尺寸稳定性，可作为先进复合材料的树脂基体、耐高温绝缘材料和胶粘剂等，被广泛应用于电子、航空、航天、机械、等工业领域，另外BMI在AI服务器的制造中也发挥了重要作用。项目建设年产2000吨生产线，投产后预计为降低成本30%以上，新增销售收入1.5亿元，新增利税5000万元。

应用领域：化工新材料领域

■ 成果展示



图 1 BMI 中试装置

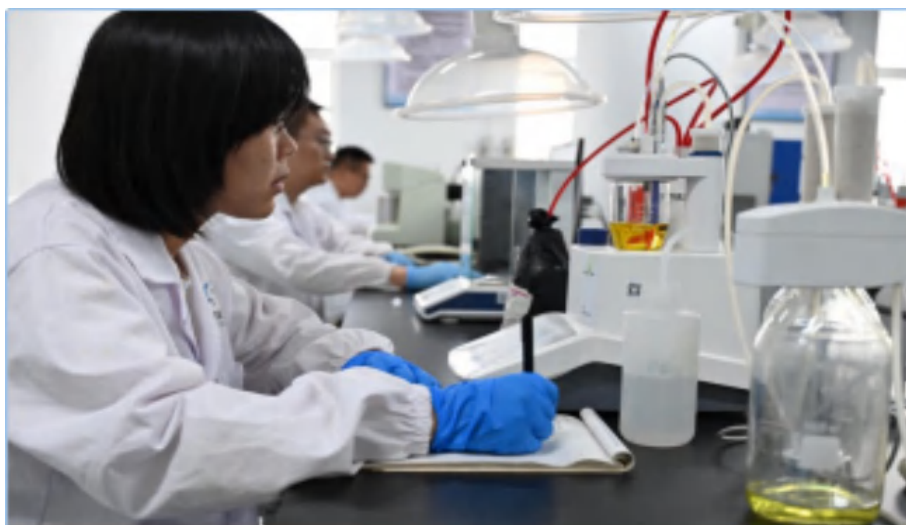


图 2 濮阳市科学院科研人员进行试验研究

438 安阳市科技创新研究院简介

安阳市科技创新研究院于 2021 年 10 月成立。其主要职责为围绕产业发展开展基础研究、应用研究与开发，提高安阳市自主创新和消化再创新能力，促进科技成果转化和产业发展；建设科技智库；承担全市对外科技合作与成果转化工作；引导新型研发机构等创新主体高质量发展；培育和壮大科技型企业；建设市级创新人才高地和柔性人才咨询引进服务平台等。本部下设产业技术研究院（新赛道培育中心、新型研发机构等）、离岸创新中心、科技大市场等平台。



439 新一代耐磨金属材料之无钼镍多元低合金耐磨铸钢

■ 所属单位

安阳市科技创新研究院

■ 成果简介

其材料磨损面硬度提高 4—6 HRC。使用寿命比高锰钢衬板提高 115%，生产成本降低 27%，且使用安全、可靠。推广应用高强度耐磨铸钢衬板，可以降低生产成本，延长备件寿命，提高球磨机作业率。某公司已生产新型耐磨衬板 10 套，总重量 810 吨，价值 648 万元，已获得利税 255 万元。按投产 1000 公斤感应电炉 1 台，每年工作日 300 天，制造厂每年可以生产铸件 3000 吨。由于高强度耐磨铸钢衬板中的合金加入量少，而性能高，因此利润高，每吨纯利润达到 2400 元，每年可以获直接经济效益 700 万元以上。

■ 成果展示



440 智能转换型疏水化学外加剂的开发与应用

■ 所属单位

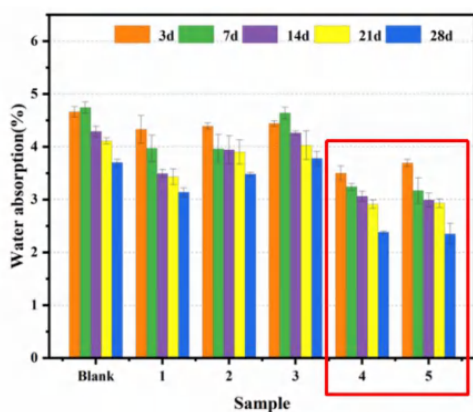
安阳市科技创新研究院

■ 成果简介

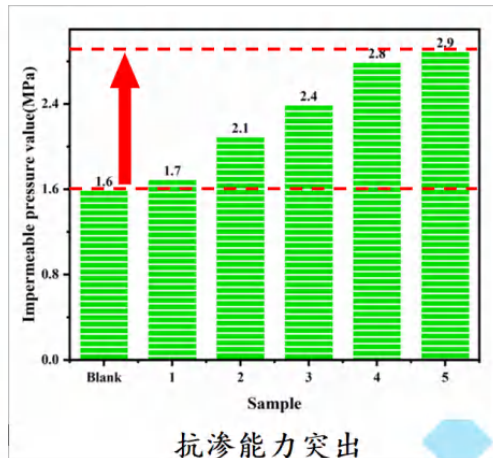
该成果属于高抗侵蚀、高耐久性混凝土材料的制备与应用领域，涉及到高耐久混凝土用化学外加剂的开发与应用方面。该新型外加剂随着混凝土碱性环境和水化放热的变化控制混凝土内部性质，基于水泥基材料水化后期强碱性环境，使得内部整体疏水，抵抗外界有害离子侵蚀，提高建筑材料耐久性。

作为具有环境响应特征的化学外加剂，掺入混凝土中提高其抗侵蚀性和耐久性，提升建筑材料的服役寿命和使用年限，特别针对复杂恶劣环境及高寒高海拔、沿海及盐碱地区，从而践行“绿色低碳化”战略理念。

■ 成果展示



吸水率大幅度降低



抗渗能力突出

441 河南省科学院航空港区分院简介

河南省科学院航空港区分院是河南省委、省政府重塑重构郑州航空港经济综合实验区和重建重振河南省科学院管理体制机制的重大战略举措，由航空港区管委会与河南省科学院共同举办、社会力量参与的综合性新型研发机构，纳入河南省科学院体系。河南省科学院航空港区分院以航空港区为基地、以产业化为核心，以人才为第一资源，紧扣电子信息、新能源汽车和高端装备、航空航天、新一代信息技术、新能源、新材料等先进制造业和战略性新兴产业发展技术瓶颈，紧盯技术前沿、市场需求，以“科技研发、成果转化、科技服务”为主线，致力于构建以科技创新成果转化为为主的集科研、产业、资本“三位一体”协同科创生态系统，打造具有全球影响力的产业科技创新中心。

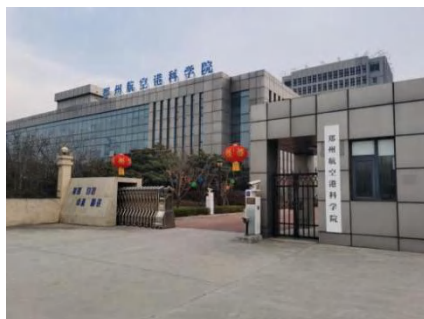


图 1 河南省科学院航空港区分院全景



图2 河南省科学院航空港区分院施工现场

442 航磁多参量测量处理解释方法技术研究

■ 所属单位

河南省科学院航空港区分院

■ 成果简介

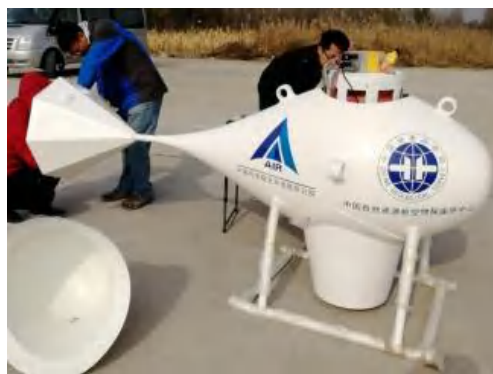
航空磁测作为一种高效且快速的地球物理勘探手段，在地球内部结构探测、大面积矿产普查、地质填图、区域地质调查等多个领域均展现出不可或缺的重要作用。因此，深入研究航磁多参量测量处理解释方法技术，对于进一步提升航空磁测的精度与效率具有至关重要的意义。

河南省科学院航空港区分院智能产业技术研究院成功研制了一套高温超导全张量航磁梯度测量系统，经过严格的机载检验，该系统动态噪声水平低至 $\pm 30\text{pT/m}$ ，处于国际先进水平，荣列中国地质科技十大进展，如图1所示。在此基础上，团队开发了涵盖航磁多参量数据的预处理、反演系统、三维地障信息提取以及三维测线航迹规划等一系列软件，如图2所示。项目研究成果为深地资源勘查、水工环调查及国防应用等提供有力技术和装备支撑，同时也推进了我国航磁测量进入全要素、全参量测量时代。

■ 成果展示



(a) 核心组件装调



(b) 系统集成航测

图1 高温超导全张量航磁梯度测量系统

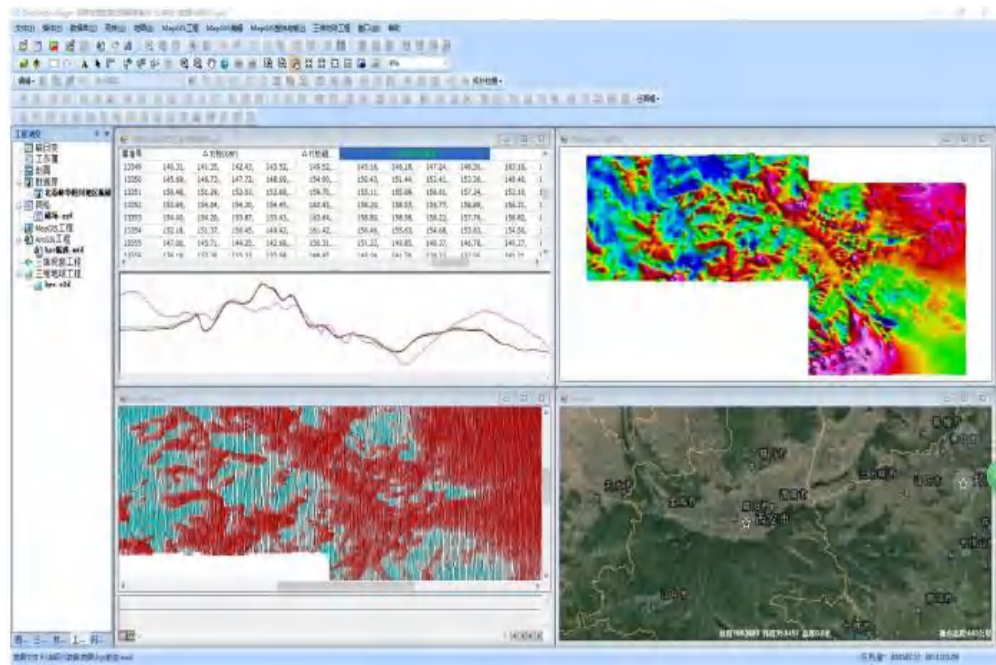


图2 研制的Geo-Probe航空地球物理软件平台

443 智能化重载荷物探专用旋翼无人机 平台研制

■ 所属单位

河南省科学院航空港区分院

■ 成果简介

具备重载能力、长续航时间、高升限性能以及沿复杂地形灵活飞行的智能无人机，能够为航磁测量系统提供理想的空中作业平台，极大地增强系统在高海拔、复杂地形等挑战性环境下的作业效率。然而，在此之前，这类高性能无人机在世界范围内一直处于空白状态。

河南省科学院航空港区分院智能产业技术研究院团队整合了先进的飞行控制、导航技术、传感器及数据处理软件，成功研制了一款最大载荷200公斤、续航3小时的低磁、低静电大型旋翼无人机。该款无人机采用了创新的物探多载荷模块化设计，显著增强了其应用灵活性，成为国内乃至世界上首架实用化的智能物探专用旋翼无人机，如图1所示。利用这款无人机搭载多种航磁测量系统执行区域探测任务，我国首次成功获取了区域性航磁数据，如图2所示。

■ 成果展示



图1 智能化重载荷物探专用旋翼无人机

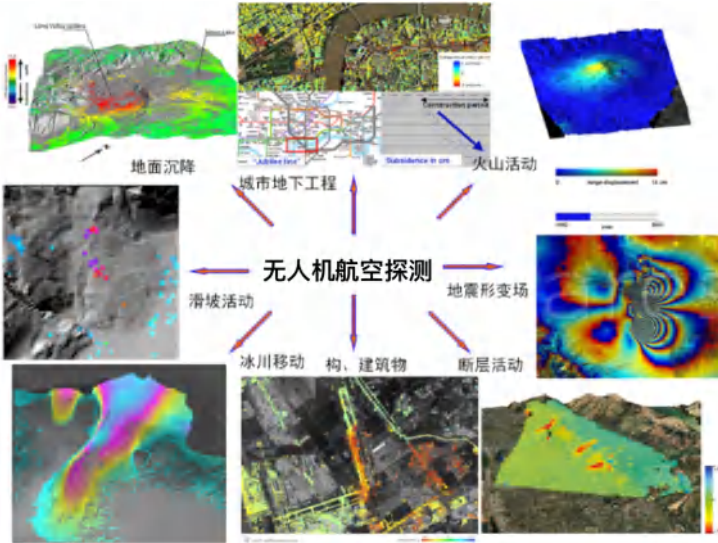


图2 航空磁测获取的面积性数据

444 智能检测设备

■ 所属单位

河南省科学院航空港区分院

■ 成果简介

江苏中科智能院建有智能检测实验室，可实现镜片齿轮汽车配件等产品的工业检测。以光学镜片瑕疵检测为例，我院智能检测技术团队历时近2年的技术攻关，从瑕疵采集、独特除尘、到AI智能识别，具备了开发镜片瑕疵智能检测系统装备的条件和能力。该装备的开发，具备行业先进性，该项技术是光学镜片行业长期想解决而未解决的“卡脖子”难题；该技术的成功落地，将有效填补国际和国内的空白。

江苏中科智能院研发的镜片瑕疵检测系统装备，针对镜片生产工艺中产生的膜色、加硬点、水印、气泡等瑕疵，基于自动化设备采集到的图像数据，利用计算机视觉相关技术并搭配先进的人工智能引擎，高效、准确地完成14种镜片瑕疵的检测。

围绕新能源汽车轴齿轮产品的检测难题，成功研发出齿轮螺纹检测、齿轮花键检测、齿轮螺纹中径检测、齿轮齿跳检测等系列设备。

■ 成果展示



图 1 镜片瑕疵检测设备



图2 新能源汽车齿轮检测设备

445 智能环保大数据运维监管平台

■ 所属单位

河南省科学院航空港区分院

■ 成果简介

江苏中科智能院研发的“智能环保大数据运维监管平台”基于现有环境监测体系建设信息化的缺失，构建连接环境业务的信息化运维监管系统。系统利用物联网技术实时获取各监测点数据，基于GIS地图技术呈现出监测点项目和设备地图。同时，可通过对监测数据的分析和判断，提供主要污染物来源分析、污染源追溯、质量报告、运维管理、人员管理、车辆管理、文件管理等服务，同时帮助负责环境运维监管的部门或者运维服务机构进行流程改进优化，使之更符合现有市场的需求和发展。

该系统主要用于水、空气、土壤等环境指标的实时监测和污染的提前预警，以及所有污染源数据的在线记录，包括对主要湖泊、河流、企业污水、污气等排放点的重点在线监测，能最大程度协助政府环保部门做好环境管理工作，通过信息化和数字化技术赋能，进一步加大环境治理力度，提高生态环境质量，守护绿水青山。

■ 成果展示



图1清泉环保大数据智能运维监控平台



图2清泉环保大数据智能运维监管平台

446 电力巡检无人机

■ 所属单位

河南省科学院航空港区分院

■ 成果简介

中国输电线总长度达189.2万千米，年巡检次数达10亿次，断电损失高达40万元/小时。传统电力巡检依赖人力，面临巡检人员减少、运维耗时耗力、高空作业风险、输电线路分布广等问题。江苏中科智能院开发的无人机自主巡检系统，具备巡检任务管理、电网数据访问、路径计算、报告查看等功能。直线塔精细化巡检时间3分40秒，耐张塔6分30秒，单塔追弧净时长5-6分钟，最大作业时长42分钟，最大组队4架。支持一键式全自主巡检，数据实时回传云端服务器。支持多机同步巡检、精细化巡检、追弧巡检，大幅提升巡视速度和频次。主要优势有：

(1) 全自主巡检：打破遥控器操控传统，实现路径自动生成、一键式任务下发、全自主飞行。

(2) 智能数据分类匹配：巡检数据按“电压-线路-塔号-部件名称”命名。

(3) AI智能缺陷分析：可识别鸟巢隐患、均压环移位、锁紧销缺损、绝缘子串倾斜等缺陷。

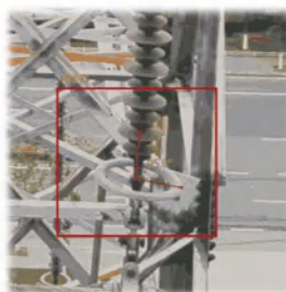
■ 成果展示



图1 电力巡检无人机



鸟巢隐患



均压环移位



锁紧销缺损



绝缘子串倾斜

图2 AI缺陷自动分析

447 济源市科学院

■ 单位简介

济源市科学院是济源示范区管委会立足济源实际，以科技创新发展驱动产业转型升级为中心设立的地市级新型研发机构，于 2022 年 11 月正式挂牌成立，是示范区管委会直属事业单位，内设一办三部，即综合办公室、产业科研部、科创平台部、科技合作部。

河南省科学院济源先进材料产业技术研究院是济源示范区管委会与河南省科学院围绕国家科技发展战略与河南省中长期发展规划，依托现有优势资源，共同建设的专业化、高能级科技创新平台，与济源市科学院实行两个牌子一套班子运行。

济源市科学院是引领济源示范区科技创新发展，促进产业转型升级的重要平台，以聚焦“搭建科技需求与资源平台，构建政产学研用纽带，组织开展重大科研课题攻关，推动高新技术项目落地转化”为工作定位；以“打造一流科创平台、凝练一流科创课题、引育一流人才团队、转化一流科技成果、形成一流科创生态”为目标；以统筹整合用活科技创新资源为途径，围绕有色、钢铁、化工、纳米材料、生物医药等重点产业和新兴战略产业，开展应用技术协调攻关、科技成果精准转化、科技咨询全程服务、政府决策科学参谋等重点工作。



济源市科学院办公场所效果图

■ 科技成果

复杂粗铅提银的技术：本发明涉及一种复杂粗铅提银的技术，属于有色金

属冶金技术领域，具体地说，涉及一种复杂粗铅提银的方法技术领域。在现代铅冶金中，铅精矿通过直接熔炼法得到粗铅，银等贵金属会富集于粗铅中，在粗铅精炼过程中回收有价金属。根据粗铅精炼方法的不同，可以在粗铅火法精炼和电解精炼中提银。

铅锑烟尘优先脱砷的关键技术：在铅锌火法冶炼过程中，如脆硫铅锑矿处理过程中会产生大量含砷量较高的冶炼烟尘，该烟尘含有铅、锑、锌、铟等有价金属，具有较高的经济价值。针对现有技术存在的问题，开发了一种铅锑烟尘优先脱砷的关键技术，该技术选择碱性浸出体系处理铅锑烟尘，在强化浸出过程中，铅、锌的砷酸盐被硫磺置换浸出生成硫化铅、硫化锌和砷酸钠，铅、锌的氧化物被硫磺硫化生成硫化铅和硫化锌，硫化铅和硫化锌不溶于氢氧化钠溶液，被抑制在浸出渣中；低价态的锑被硫磺氧化至高价态，随后高价态的锑发生水解进入浸出渣中，从而实现了铅锑烟尘中砷与其他有价金属的分离。

448 黄河科技学院应用技术学院单位简介

黄河科技学院应用技术学院，经河南省人民政府于2013年5月批准设立，由黄河科技学院应用技术学院和济源市人民政府合作创办，占地面积500亩，是教育部于2013年启动的“应用技术大学改革战略研究试点”项目试点院校，是河南省地方本科高校转型发展试点院校，是“中国应用技术大学（应用技术学院）联盟”理事单位。依托黄河科技学院国家级大学生校外实践教育基地、省级实验教学示范中心、省级工程技术中心、市级重点实验室、校级研究所和专业实验室，开展实践、实验和对外技术服务。

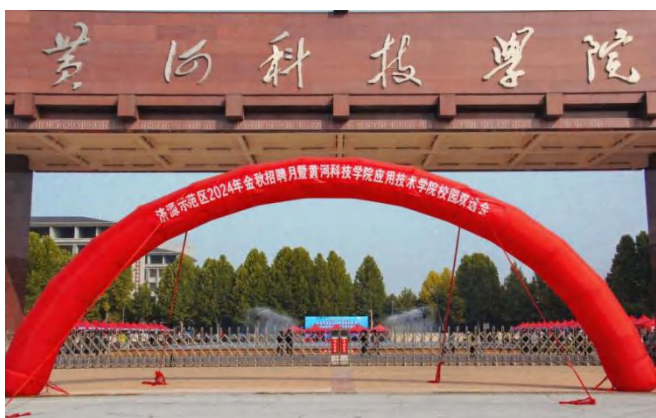


图1 黄河科技学院正门



图2 黄河科技学院校内

449 鱼叉式冶金炉氧枪砖的砌筑结构及扒砖方法

■ 所属单位

黄河科技学院应用技术学院

■ 成果简介

本项目拟解决金属冶炼时，氧枪砖和围砖在冶炼过程中粘接成一体，使得氧枪更换、拆除氧枪砖和围砖等过程产生困难。

具体来讲，手动扒砖机采取加力装置与拉钩机构连接，通过机械传动轴或液压增压机构，向移动胀口状态的拉钩机构，从而将氧枪砖向外从围砖中拉出。扒砖机构方案结构紧凑，便于携带，操作简单，扒砖迅速，特别适合较小枪孔。另外，从砌砖结构和方法入手，设计鱼叉式冶金炉氧枪砖的砌筑结构及扒砖技术。鱼叉式技术由传统的“冷”离线扒砖方式向“热”在线扒砖方式，大幅度缩短了氧枪砖更换、冶金炉停机时间。破拆时间缩短到现有工艺的1/10以内且减少粉尘污染，工人劳动强度大大减轻。

■ 成果展示



扒砖设备样机

450 冶金炉氧枪砖的两级分段扒砖方法

■ 所属单位

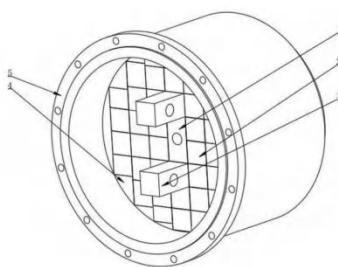
黄河科技学院应用技术学院

■ 成果简介

本项目属于节能环保产业，先进制造领域，可以解决扒砖效果和环境污染等问题。

冶金炉氧枪砖的两级分段扒砖方法，包括以下步骤：步骤一、在冶炼工艺之前，将氧枪砖、围砖和至少一对工艺砖砌装在冶金炉孔内，至少一对工艺砖紧贴氧枪砖的左右两侧和/或上下两侧，工艺砖的耐火温度高于围砖的耐火温度，工艺砖的上表面高出周围氧枪砖和围砖的上表面；步骤二、冶炼工艺完成后，利用一级扒砖装置通过高于氧枪砖和围砖的上表面的工艺砖的上部，拉出所有的工艺砖，形成至少一对位于氧枪砖两侧的氧枪砖扒砖孔，氧枪砖扒砖孔贯通冶炼炉内部；步骤三、再利用二级扒砖装置通过至少一对氧枪砖扒砖孔伸入至冶金炉内部的底部，将氧枪砖和围砖一起拔出。能够将氧枪砖利用扒砖装置完全拉出，不需要破拆，减少劳动强度，扒砖效果好。

■ 成果展示



冶金炉氧枪砖的两级分段扒砖装置

451 商丘市科学院简介

商丘市科学院以打造“三个平台、一个载体、一个智库”为重点，以构建“3+4+N”制造业高质量发展产业体系为着力点，扎实推进平台建设、成果转化、人才引育和科技服务等工作，取得显著成效。获批“河南省新型研发机构”“河南省博士后创新实践基地”“河南省技术转移示范机构”“河南省中小企业公共服务示范平台”“九豫科创战略合作实践基地”。建立了“淮海科技大市场”“商丘高端专家智库”，与河南省科学院、河南工业大学、江南大学、商丘师范学院、河南省中科科技转移转化中心等多家高等院校和科研院所建立稳定的科技合作关系，汇聚了各类高层次科技创新人才，已成为商丘企业科技攻关、项目申报、成果转化、技术转移、人才引育的高能级科技创新服务综合体。



452 金刚石导热胶成果简介

■ 所属单位

商丘市科学院

■ 成果简介

本金刚石导热胶科技成果，创新性地选用40-50 μm 的金刚石颗粒，经特殊表面改性处理后作为导热粒子，与优质胶粘剂完美结合。通过精心研发的配方与先进制备工艺，打造出具有卓越热传导效率的导热胶。相较于市面上常规导热胶，其散热性能大幅提升50%-60%，能快速且稳定地将热量传递出去，有效解决散热难题。

应用领域：在电子设备领域，可用于芯片与散热器之间的连接，极大提升电子设备的散热效果，延长设备使用寿命，保障其高性能稳定运行，如电脑CPU、手机芯片等。在新能源汽车中，适用于电池模组的导热，确保电池在充放电过程中的热量及时散发，提升电池安全性与稳定性。在LED照明行业，能够帮助LED灯具快速散热，提高发光效率，减少光衰，延长灯具寿命。凭借出色性能，该金刚石导热胶在众多对散热有高要求的领域具有广阔应用前景。

■ 成果展示

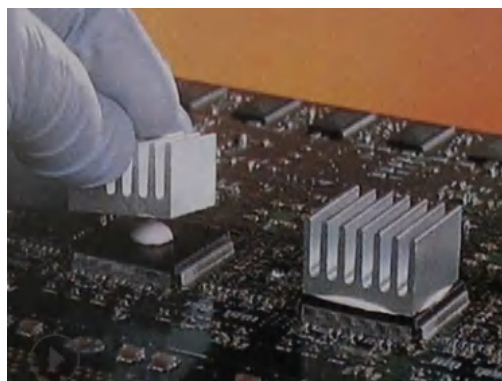


图 1 导热胶应用于电子元件与散热器之间的连接



图2 金刚石导热胶在电子产品中的实际应用



图3 金刚石导热胶产品

453 基于气味传感器的粮仓害虫检测与预测系统

■ 所属单位

商丘市科学院

■ 成果简介

仓储害虫高频爆发对粮食和物资安全构成严重威胁，造成重大经济损失。传统的仓储害虫检测任务需要仓库管理员实地作业，但仓储面积大，害虫种类多，存在费时、费力、害虫防治专家不足等问题。

基于气味传感器的粮仓害虫预测系统，主要包括：变分模态分解模块，用于将粮仓中的数据分解为多个振动模态，通过提取粮仓内部潜在的害虫活动信号，实现对害虫行为的有效捕捉和提取；深度极限学习机模块，用于接收变分模态分解模块输出的振动模态数据，并通过麻雀搜索算法进行优化，从而训练出预测模型；预测模型评估模块，用于对训练得出的预测模型进行全面评估，包括验证预测模型的准确性、稳健性和泛化能力，确保预测模型在实际粮仓环境中的可靠性和有效性。

应用领域：本研究成果是提供一种特征提取能力和检测精度方面均有极大地提高的基于气味传感器的粮仓害虫预测系统和方法，本发明的基于气味传感器的粮仓预测系统实时监测和预警，为粮食储存管理提供了重要的技术支持和保障。本研究成果的主要应用场景：粮食储备库、农作物种子库、烟叶醇化库等需要防虫、防腐、防霉等场所。

■ 成果展示



图1 技术流程图

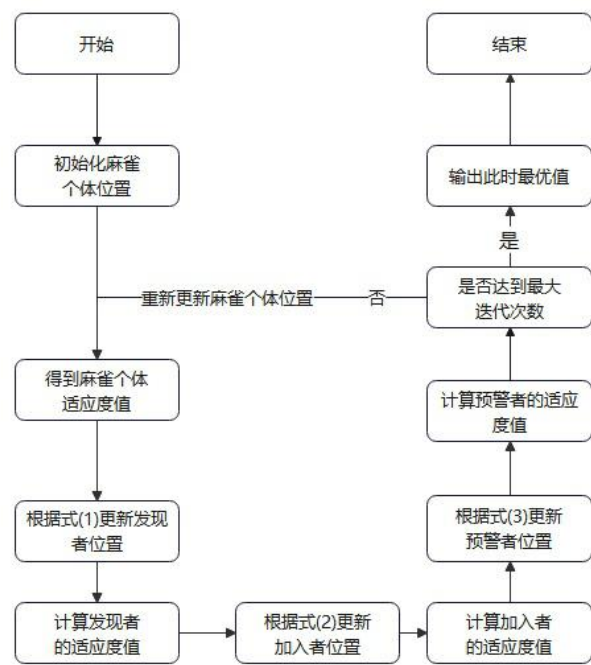


图2 麻雀搜索算法示意图

科创园简介

454 河南省科学院（沁阳）科创园简介

河南省科学院（沁阳）科创园是院地合作共建的第一家科创园区。围绕沁阳市的主导产业**环保与精细化工新材料**领域建成沁南、沁北两个园区，占地306亩，总建筑面积17.2万平方米。**建设方式**：政府建硬件、院所出设备、团队出技术、公司管运营。**运营模式**：采用“产业立题、企业出题、人才答题、科技解题”的协同机制，打造研发在高校科研院所，小试、中试、产业培育在园区，产业落地到企业的协同创新体系。**培育体系**：形成了“微成长、小升高、高变强”的企业孵化培育体系。**发展目标**：畅通科技成果转化通道，推动科技创新与产业创新深度融合，引领新质生产力发展。

平台建设：建成电子加速器、微通道连续流实验装置、特殊环境下材料性能测试及石油与化工职业技能鉴定为一体的共享服务平台；获批河南省科技企业孵化器、河南省环保与精细化工新材料中试基地等6个省级创新平台；**人才引进**：引进专家团队32个，创新人才176人；**企业孵化**：累计孵化企业54家，认定科技型中小企业14家、高新技术企业3家、专精特新中小企业1家，实现科技成果转化45项。**服务地方**：辐射带动企业增加产值50亿元以上，劳动就业1000人以上。

诚邀环保与精细化工新材料领域的科学家和企业家团队合作！

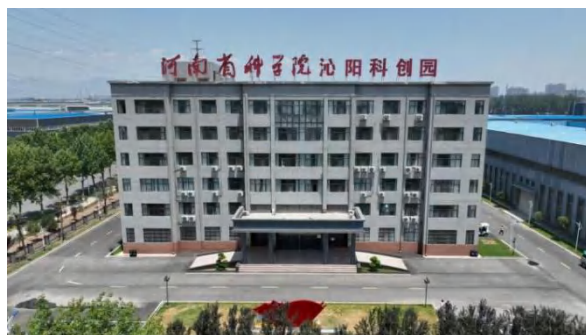


图 1 沁阳科创园



图 2 沁北园区航拍图



图 3 沁南园区航拍图



图 4 省级创新平台



地址：河南省焦作市沁阳市沁园街道未来路 1 号

联系方式：方老师 18838089137

455 河南省科学院（洛阳）科创园-中原美谷简介

河南省科学院（洛阳）科创园-中原美谷位于洛阳市瀍河区，主要聚焦美丽健康产业，以科技创新为引领，文化传承为内涵，差异化定位突破为势能，打造中国品牌，逐步建成创新引领、产业集聚、国内领先、国际知名的中原美康产业创新中心和华夏美妆文化传播高地。

规划布局：一院：中原美谷产业技术研究院，**四基地：**中国成分中试验证基地、功效化妆品中试验证基地、中药养颜中试验证基地、光与生命健康中试验证基地，**一平台：**共享孵化平台

创新平台：建成河南省中科科技成果转移转化中心洛阳孵化基地、国家技术转移郑州中心洛阳分中心中原美谷服务站、洛阳市功效化妆品中试基地、中原美谷科技企业孵化器等创新平台9个；与洛阳师范学院、河南科技大学、河南中医药大学、郑州轻工业大学共同建设产学研基地4个。**科技资源：**合作入驻创新团队19个，产出创新成果30余项；**产业资源：**合作入驻企业43家，如文房科技、微谱检测、依莱恩等，集聚品牌60余个。**服务地方：**带动地方税收同比增长91%，带动就业3000人以上。

诚邀美丽健康产业领域的科学家和企业家团队合作！



图 1 产业技术研究院

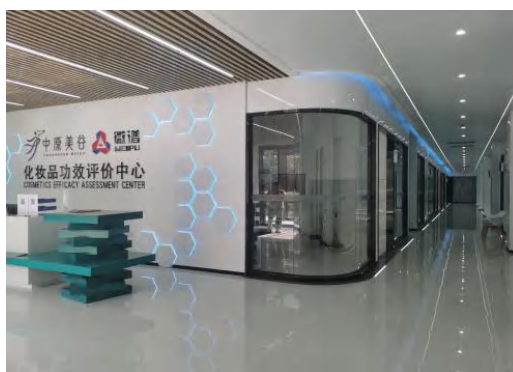


图 2 化妆品功效评价中心



图 3 中试验证基地



图 4 中原美谷



图 5 中原美谷鸟瞰图



地址：河南省洛阳市瀍河回族区杨文街道振兴路 1 号

联系方式：方老师 18838089137

456 河南省科学院中原药谷科创园简介

河南省科学院中原药谷科创园位于嵩县开发区生物医药产业园，占地150亩，总建筑面积9.24万平方米。围绕**中医药产业**振兴进行交叉学科研究，从中药材种质保护、中药材种植、活性成分提取、新药创制、成分检验检测、药食同源等全体系创新生态圈布局，探索“**医药、医疗、医养三医联动，科创、文创、数创三创融合**”的发展新路径。

发展定位：打造道地药材核心产区、打造中医药传承创新中心、打造生物医药孵化基地、打造康养旅游产业高地。

科创平台：创新中心（7个）、共享检测平台、中药种质资源库、中试基地。

科技资源：合作入驻16个专家团队，发布29项研发成果，开展31项“点餐式”科技服务。

产业集群：构建由“中药种植合作社、医药制造、医药物流、医院康美机构、中医药行业代表协会”组成的生物医药产业集群。

产业体系：锚定中医药传承创新、生命健康科技、康养旅游、功能性食品四大赛道。

诚邀生物医药、大健康领域的科学家及企业家团队合作！



图 1 中原药谷



图 2 中原药谷实验室



图 3 中小學生科普參觀



图 4 中原药谷展厅



地址：河南省洛阳市嵩县先进制造业开发区伊尹大道 1 号

联系方式：方老师 18838089137

457 中原量子谷简介

中原量子谷位于郑东新区，以“一院、一城”为支撑打造“五平台、多基地”，重点聚焦“量子信息产业、高端芯片、光电材料”等领域，优化资源配置，打造“研发在量子谷、配套在周边，孵化在量子谷、加速在周边，引才在量子谷、用才在周边”的协同创新发展模式。

科创平台：一期入驻省科学院相关研究所、墨子实验室等8家研发机构、搭建大型仪器共享平台及创新平台近20个，与中科院物理所、电子科技大学、武汉大学等省内外高校科研机构共建产学研合作平台6个。

人才引进与培养：入驻省科学院首席科学家19人，院士团队8个，集聚高层次人才300人以上，其中博士比例高达70%，入驻相关院所与高校联合培养研究生数十人。

企业资源：引入长江量子、珈凌新能源、国科量子等创新创业团队10余个。



图1 量子谷电镜平台



图2 量子谷鸟瞰图



图3 量子谷一期



图4 实验室平台

地址：河南省郑州市管城回族区汉月街26号

联系方式：方老师 18838089137

458 河南省科学院材料创新基地简介

河南省科学院材料创新基地位于郑州国家高新技术产业开发区，基地瞄准国家战略，围绕材料全生命周期宏微观组织性能演化及服役效能评价科学问题，满足航空、航天、核能、深海、轨道交通、高端医疗、集成电路、高压电器等领域关键材料自主研发需求，打造立足中原、服务全国的“产学研用”材料领域科学装置，培育新质生产力。

科创平台：材料大数据与数字化设计平台和材料原位微观分析与评价平台，先进功能材料制备及评价中心、先进结构材料制备及评价中心、先进复合材料制备及考核中心、纯化制程研发中心。

技术领域：先进有色金属材料、先进钢铁材料等先进基础材料，高性能纤维及其复合材料、先进结构功能一体化陶瓷材料等先进战略材料，3D 打印材料、超导材料、智能仿生材料、石墨烯材料等先进前沿材料。

基地服务：提供材料数字化设计、材料原位微观分析与评价、先进制造、效能评价、服役考核及失效机制的全生命周期服务。



图 1 球差校正透射电镜
原子尺度表征



图 2 微计算机断层扫描技术 CT
产品服役后三维重构



图 3 高温原位 X 射线衍射仪



图 4 高温原位扫描电镜



图 5 热防护碳基复合材料同步热分析仪
高温热稳定性评估构件



图 6 三维形貌分析仪
三维形貌识别重构

地址：河南省郑州市中原区长椿路6号

联系方式：方老师 18838089137

459 河南省科学院-中原科技城（兰考）科创园

简介

河南省科学院-中原科技城（兰考）科创园位于兰考县经济技术开发区，围绕“郑开兰同城化”，探索打造“研发在郑州、转化在兰考”科创模式，紧密结合兰考当地**新能源、新材料**等领域，积极推进产业转型升级、延链补链、提质增效、绿色发展，依托河南省科学院和郑州中原科技城优势资源，建设创新资源共享、科技成果转化、科创金融支持一体化的协同创新综合体，支撑兰考县域经济高质量发展。

科创平台：共享孵化平台：河南省科学院（兰考）科创园成果转化平台+哈郑兰创成果转化平台，共享实验平台：科学家工作室+创新团队+共享实验室，成果转化科研中试基地：新能源中试基地+新材料中试基地+...。**科技资源：**合作入驻创新团队5个，如矿产综合利用技术团队、生物质储能技术研究团队、哈工大郑研院的固体废弃物气化制氢技术团队等。**产业资源：**孵化和引进企业3家，开展超高纯石英砂、锆钨产品的中试生产。

诚邀新能源、新材料领域的科学家及企业家团队合作！



图1 共享实验室



图2 科学家工作室



图3 郑开兰科创园



图4 郑开兰科创园鸟瞰图



地址：河南省兰考县惠安街道科技路3号

联系方式：方老师 18838089137

新质河南 创新中国



河南省科学院
HENAN ACADEMY OF SCIENCES



龙子湖科创路演
LongzihuRoadshow

地址:河南省郑州市郑东新区崇实里228号

电话:0371-85908756

邮箱:jszygs@hnas.ac.cn

<https://www.hnskxy.com>

如果您想了解更多活动资讯, 请关注官方平台



扫码关注“龙子湖科创路演”
微信订阅号



扫码查看企业技术难题榜单