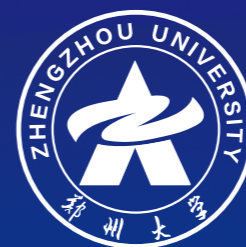


B类上



郑州大学
ZHENGZHOU UNIVERSITY

科研成果汇编

COMPILATION OF SCIENTIFIC RESEARCH
ACHIEVEMENTS



郑州大学科学技术研究院



郑州大学国家大学科技园

电话：0371-67781023（校内成果推介） 0371-67782362（校外需求对接）

邮箱：kjzhzx@zzu.edu.cn

地址：河南省郑州市高新区科学大道100号综合管理中心4楼422（科技转化中心）

河南省郑州市高新区长椿路159号2号楼2105（大学科技园）

科学技术研究院

二〇二五年九月

目 录

一、新材料技术（共78项）

1、新一代高性能环己烯水合制环己醇ZSM-5催化剂的研发	5
2、高性能聚氨酯密封胶连续化生产关键技术	6
3、增材制造用高品质球形钨粉制备技术	7
4、SiC晶片和特种陶瓷超精密抛光用复合粉体的制备与应用	8
5、水性PTFE涂料及其在复杂曲面高精度图案化涂层制备技术及装备	9
6、一种高延性变预应力度混合配筋混凝土管桩	10
7、一种高性能、高通量微孔射流套管式微通道反应装备	11
8、气相化学沉积制备钛硅分子筛	12
9、有机磷功能催化剂的研发及产业化应用	13
10、高压下大尺寸金刚石单晶的批量化合成技术	14
11、"高性能N型碲化铋基热电材料的粉末烧结规模化制备工艺"	15
12、高功率芯片传热金刚石材料的开发与应用	16
13、医用可降解低温外固定及定位板材研发	17
14、高效精密超硬刀具的制备技术研发及应用	18
15、100kW工业级射频等离子球化装备制造技术	19
16、轻质高能的500Wh/kg锂金属软包电池与无人及示范应用	20
17、适用于极寒环境下的锂金属软包电池与示范应用	21
18、全再生混凝土制备及性能提升成套技术与产业化应用	22
19、高性能SMA绞线制备技术	23
20、一种芳香烃微通道连续流硝化反应工艺及成套装备	24
21、一种3,4-二氟苯腈连续化反应与节能分离工艺技术包	25
22、支化活性端基树脂及其高强韧结构粘接材料	26
23、基于光伏电池的铟基氧化物靶材及关键粉体技术	27
24、用于微孔塑料的高效、低成本化学发泡剂	28
25、土遗址保护整套技术开发（新材料、新工艺、整套装备）	30
26、一种二维MXene材料的高效、绿色制备方法	32
27、先进纳米材料涂层	33
28、脆弱金属文物自剥离温和除锈凝胶	34
29、高精度金属文物无损腐蚀分析柔性 SERS 传感基底	35
30、一种新能源汽车轻量化碳基微珠材料界面改性技术	36
31、己二酸二甲酯低压加氢制备1,6-己二醇高活性工业催化剂	37

32、用于太阳能光伏板耐污涂料	38
33、一种新型高稳定防灭火凝胶泡沫	39
34、建筑用不锈钢夹芯材料的设计，加工及产业化	40
35、芳纶纳米纤维的快速制备及其气凝胶薄膜的电磁屏蔽应用	41
36、一种高性能超高分子量聚乙烯人工关节材料及其制备技术	43
37、耐海洋环境宽频电磁屏蔽橡胶片	45
38、环己基苯关键催化技术开发与应用	46
39、极性抗菌聚烯烃材料制备	47
40、一种适用于多形貌样品的应力腐蚀测试装置	48
41、全降解镁合金脑血管支架产品	49
42、面向油性污水处理的聚合物基三维多孔油水分离材料	50
43、基于生物基聚酰胺水凝胶的3D打印伤口敷料	51
44、高熵无毒钙钛矿量子点柔性显示薄膜	52
45、K ₂ SiF ₆ :Mn ₄ +大尺寸红光发光单晶的溶液降温生长技术	53
46、一种石墨相氮化碳纳米片多孔材料及其制备方法和应用	54
47、基于微晶菱镁矿的纳米氧化镁合成及其生物医学应用研究	55
48、基于贝叶斯优化的深度学习加速激光熔覆高熵合金涂层刀具的研究与开发	57
49、微生物定位自修复混凝土	59
50、超轻超强耐高温先进复合材料	60
51、全有机高性能聚合物压电复合薄膜及器件	62
52、新型磷系阻燃剂的合成及应用	64
53、一种可视化的基于铁单原子纳米酶纸基智能手机传感器检测马拉硫磷	66
54、一种极端环境用高温热防护涂层	67
55、低成本高性能中熵合金钢	68
56、低成本高活性柔性全布混合离子电容器	69
57、多元混合溶液诱导析晶梯级深度净化制备电池级氧化钒技术	70
58、一种基于多官能团刚性疏水组分的超支化聚合物水下粘合剂及其制备方法和应用	71
59、一种用于多模式柔性传感器的可伸缩抗冻结全物理交联水凝胶材料及其制备方法	72
60、光致变色动态荧光防伪材料	73
61、用于超硬材料砂轮的微晶玻璃结合剂及其制备方法，超硬材料砂轮及其制备方法，复合砂轮	75
62、一种原位微纤化增强聚合物复合隔热泡沫材料及其制备方法和应用	76
63、基于新型高性能复合材料“高强不锈钢绞线网增强ECC”的既有混凝土结构韧性提升技术	77

64、一种应力可调的复合材料板材	79
65、一种低成本高韧性混凝土	81
66、一种沥青再生剂	82
67、硫酸钙晶须混杂玄武岩纤维增强混凝土及其制备方法	83
68、黑磷纳米点修饰Pt/C：耐甲醇电催化剂用于直接甲醇燃料电池氧还原反应	84
69、临氢环境材料服役安全与防护	85
70、新型高分子手性固定相材料的设计制备与应用	86
71、一种用于分离提取铀的复合膜、过滤器、制备方法	88
72、极端温度使役柔性力敏传感材料	89
73、降温农膜	90
74、一种聚合物透明件表面紫外防护膜及其制备方法和应用	91
75、一种超临界CO ₂ 辅助制备碳纳米管复合电磁屏蔽材料技术	92
76、高分辨图案化高k材料的制备及其视觉显示的产业化应用	93
77、碳纤维低损伤/无损伤宽展、编织与均匀预浸关键技术	96
78、抗菌纤维新材料	97

二、电子信息技术（共80项）

1、领域知识图谱自动化构建平台	102
2、基于GIS和北斗导航的应急保障指挥系统	103
3、5G健康一体机	104
4、豫种田数字农业管理平台	105
5、集成核电子学系统	106
6、燃气管网安全运营监测关键技术研究及示范应用	107
7、机械手视觉标定高精度方法及软件库	108
8、航空器起降综合监视系统	109
9、基于拟态计算的破译解密系统	110
10、增强现实半实物数控实训考核一体机	111
11、面向大规模人群的柔性可穿戴心电智能监测与预警服务平台	112
12、内置位置检测功能的智能电磁阀系统	114
13、先进超薄金刚石切割片制备技术	115
14、基于全国产化软硬件的物联网安全防御网关LEMON	116
15、基于全国产化软硬件的物联网安全防御网关LEMON-ES	117
16、基于国产化架构体系的边缘AI安全主机LEMON-AI	118
17、物联网智能集成开发板	119
18、天然气处理厂三维可视化平台	120
19、多模态健康医疗大数据治理平台	121
20、产品外观缺陷检测系统	122
21、便携式伽马射线探测仪	123
22、便携式手机端医疗级心电图实时监测系统	124
23、基于内窥镜图像的常见肿瘤AI辅助诊断系统	125
24、车辆异响智能精准检测与定位新型仪器系统	126
25、“一机游河南”科创文旅平台	127
26、气体泄漏位置三维定位方法、定位系统	128
27、基于镂空微悬臂梁的光学传声器及传声系统	129
28、基于功能性电刺激的模块化可穿戴康复系统和控制方法	130
29、智能码垛人机协同服务平台	131

30、智慧环保时空精准监测平台	132	61、基于有限反馈的RIS辅助无线通信系统自适应波束赋形技术	168
31、高速高精度卷绕类工业质检系统	133	62、基于群集智能和多模态数据融合的新型抗肿瘤免疫药物靶点虚拟筛选平 台研发以及产业化	169
32、有限空间的子母多栖无人实时探测与智能建图系统	134	63、机场地面物流保障调度平台	171
33、输流管道智能化全参数检测方法及器件	136	64、智能流场探测与可视化系统	172
34、基于光频域反射技术的超高精度光纤水听器和周界安防系统	137	65、工业缺陷高精度成像与动态量化评价系统	173
35、基于深度学习与信号增强技术的电缆故障诊断方法研究	139	66、眼见为虚智鉴为实--人脸伪造鉴别与攻击力评价系统	174
36、基于虚拟现实技术的感统功能评测与训练系统	140	67、复杂系统演化隐模式可视分析与挖掘引擎	175
37、高效能高安全多天线系统关键技术研究及应用	141	68、数字孪生驱动的远程机器人集群控制系统	176
38、基于计算机视觉的人体姿态估计及异常行为识别警报系统	145	69、集群作业数字孪生平台	177
39、高端医疗设备智能运维与调束及数字孪生系统及装备	146	70、一种多自由度机器人动力学建模和轨迹跟踪方法	178
40、智慧加油站前置超脑系统平台	147	71、历史建筑可视化信息管理平台	180
41、人机融合智能增强外骨骼系统	148	72、基于高速公路收费和门架数据的货车出行链推演及出行路径预测方法研究	181
42、多模态智能焊接机器人系统与装备	149	73、环境对健康风险监测评估及预测方法	182
43、工业智能质检技术与装备及公共服务平台	150	74、智能遥感空间信息处理与应用云平台	183
44、多模态信息引导的智能无人车系统	151	75、面向国产大型超算的黄河流域精准模拟系统-黄河模拟器	184
45、联感算控一体化边缘智能终端	152	76、多功能巡检机器人	185
46、基于数字孪生和多任务调度的双场景驱动工业引擎	153	77、高性能磁性电流传感器	186
47、动态可重构的后量子密码混合加密安全芯片	154	78、射流屈曲模拟软件	187
48、一种热休眠有机电化学晶体管及其制备方法与应用	155	79、局放定位及识别系统的开发	188
49、一种基于绿色光热材料的二维近红外传感阵列及其制备方法和应用	156	80、5G自主查房智能机器人	189
50、面向颈部功能康复和评估的多自由度机器人研究	157		
51、高性能氢气传感关键技术与器件化集成	158		
52、多通道语音视听定位	159		
53、国远会议APP	160		
54、室温中红外位置敏感探测器	161		
55、基于高光谱成像的鲜烟多农残快检技术研究与应用	162		
56、基于突触可塑性的多模态人机交互	163		
57、一种基于超构表面的量子计算芯片的研制方法	164		
58、一种面向柔性制造的物流机器人实时决策算法	165		
59、一种高可靠低时延指控类短包数据通信成套方案	166		
60、纤维集成光微流SPR生化传感技术研究	167		

三、新能源及节能技术（共43项）

1、一种全无机锡铅二元钙钛矿吸收材料及其制备方法	193
2、一种高性能半透明钙钛矿光伏器件制备技术	194
3、生物质热解多联产集成系统	196
4、生物质高端生态炭材料制备技术	197
5、大容量锂离子电池极小阻抗在线检测及状态感知技术	198
6、低成本、高能量密度钠离子电池正负极材料	199
7、低膨胀高安全长循环400Wh/kg锂金属软包电池与产业应用	200
8、面向大规模分布式储能的新型水系锌离子电池技术	201
9、高安全固态锂电池	202
10、高性能固态锂硫电池的制备方案及关键技术	203
11、一种应用于大功率充电桩的脉动热管翅片联合散热装置	205
12、智能停车场振动能量俘获自供电设备	206
13、新型双缸电磁活塞压缩机	207
14、定制高弹性交联聚合物电解质用于柔性电池	208
15、高传导、易合成氢燃料电池质子交换膜	209
16、高性能绿氢电催化剂及关键技术的研发	210
17、一种多源不确定性影响下的动力电池管理系统	211
18、使用液体工质的脉动冷管	212
19、废旧锂离子电池关键材料绿色高值再生回收利用	213
20、一种过程控制系统的控制方法	214
21、新型接触式热泵烘干机	215
22、高电压自均压真空灭弧室关键技术及应用	216
23、风力发电机绕组绝缘材料开发及绝缘寿命评估	217
24、光伏发电与储能系统用高压直流接触器关键技术及应用	218
25、环保型金属卤化物显示照明光源	219
26、分布式能源接入电网功率变换电路、装置及控制方法	220
27、石油管道防腐减阻技术	221
28、高可靠高集成无稀土开关磁阻电机系统	222

29、低碳/零碳动力关键技术	223
30、一种管式多风道太阳能集热墙	224
31、文化遗址玻璃地面通风除雾系统	226
32、新型高效管箱耦合U型换热管式多管程换热器	229
33、半透明钙钛矿太阳能电池应用于自供电智能窗户	230
34、一种可定制化3D打印固态电池器件集成设计与可穿戴式应用	232
35、基于智能BIM-机器学习及新能源的建筑节能优化技术	234
36、低成本高活性柔性全布混合离子电容器	236
37、超声速二氧化碳液化、分离、封存技术	237
38、热压成型复合材料双极板及其产业化	238
39、“地热+”多维绿能协同低碳供能系统关键技术与应用	239
40、钼、钨基光、电催化水分解产氢催化剂体系	240
41、超级电容器用Ni _{1-x-y} Co _x Mn _y (OH) ₂ @C材料及其制备方法	241
42、烟道气CO ₂ 的资源化新路径：基于Li-CO ₂ 电池的绿色回收与能量转化研究	242
43、振杆密实法处理大面积深厚松软土地基技术	244



一、新材料技术

目录

一、新材料技术（共78项）

- 1、新一代高性能环己烯水合制环己醇ZSM-5催化剂的研发
- 2、高性能聚氨酯密封胶连续化生产关键技术
- 3、增材制造用高品质球形钨粉制备技术
- 4、SiC晶片和特种陶瓷超精密抛光用复合粉体的制备与应用
- 5、“水性PTFE涂料及其在复杂曲面高精度图案化涂层制备技术及装备”
- 6、一种高延性变预应力度混合配筋混凝土管桩
- 7、一种高性能、高通量微孔射流套管式微通道反应装备
- 8、气相化学沉积制备钛硅分子筛
- 9、有机磷功能催化剂的研发及产业化应用
- 10、高压下大尺寸金刚石单晶的批量化合成技术
- 11、“高性能N型碲化铋基热电材料的粉末烧结规模化制备工艺”
- 12、高功率芯片传热金刚石材料的开发与应用
- 13、医用可降解低温外固定及定位板材研发
- 14、高效精密超硬刀具的制备技术研发及应用
- 15、100kW工业级射频等离子球化装备制造技术
- 16、轻质高能的500Wh/kg锂金属软包电池与无人及示范应用
- 17、适用于极寒环境下的锂金属软包电池与示范应用
- 18、全再生混凝土制备及性能提升成套技术与产业化应用
- 19、高性能SMA绞线制备技术
- 20、一种芳香烃微通道连续流硝化反应工艺及成套装备
- 21、一种3,4-二氟苯腈连续化反应与节能分离工艺技术包
- 22、支化活性端基树脂及其高强韧结构粘接材料
- 23、基于光伏电池的钨基氧化物靶材及关键粉体技术
- 24、用于微孔塑料的高效、低成本化学发泡剂
- 25、土遗址保护整套技术开发（新材料、新工艺、整套装备）
- 26、一种二维MXene材料的高效、绿色制备方法
- 27、先进纳米材料涂层
- 38、脆弱金属文物自剥离温和除锈凝胶
- 39、高精度金属文物无损腐蚀分析柔性 SERS 传感基底
- 30、一种新能源汽车轻量化碳基微珠材料界面改性技术
- 31、己二酸二甲酯低压加氢制备1,6-己二醇高活性工业催化剂

一、新材料技术（共78项）

- 32、用于太阳能光伏板耐污涂料
- 33、一种新型高稳定防灭火凝胶泡沫
- 34、建筑用不锈钢夹芯材料的设计，加工及产业化
- 35、芳纶纳米纤维的快速制备及其气凝胶薄膜的电磁屏蔽应用
- 36、一种高性能超高分子量聚乙烯人工关节材料及其制备技术
- 37、耐海洋环境宽频电磁屏蔽橡胶片
- 38、环己基苯关键催化技术开发与应用
- 39、极性抗菌聚烯烃材料制备
- 40、一种适用于多形貌样品的应力腐蚀测试装置
- 41、全降解镁合金脑血管支架产品
- 42、面向油性污水处理的聚合物基三维多孔油水分离材料
- 43、基于生物基聚酰胺水凝胶的3D打印伤口敷料
- 44、高熵无毒钙钛矿量子点柔性显示薄膜
- 45、K₂SiF₆:Mn⁴⁺大尺寸红光发光单晶的溶液降温生长技术
- 46、一种石墨相氮化碳纳米片多孔材料及其制备方法和应用
- 47、基于微晶菱镁矿的纳米氧化镁合成及其生物医学应用研究
- 48、基于贝叶斯优化的深度学习加速激光熔覆高熵合金涂层刀具的研究与开发
- 49、微生物定位自修复混凝土
- 50、超轻超强耐高温先进复合材料
- 51、全有机高性能聚合物压电复合薄膜及器件
- 52、新型磷系阻燃剂的合成及应用
- 53、一种可视化的基于铁单原子纳米酶纸基智能手机传感器检测马拉硫磷
- 54、一种极端环境用高温热防护涂层
- 55、低成本高性能中熵合金钢
- 56、低成本高活性柔性全布混合离子电容器
- 57、多元混合溶液诱导析晶梯级深度净化制备电池级氧化钒技术
- 58、一种基于多官能团刚性疏水组分的超支化聚合物水下粘合剂及其制备方法和应用
- 59、一种用于多模式柔性传感器的可伸缩抗冻结全物理交联水凝胶材料及其制备方法
- 60、光致变色动态荧光防伪材料
- 61、用于超硬材料砂轮的微晶玻璃结合剂及其制备方法，超硬材料砂轮及其制备方法，复合砂轮
- 62、一种原位微纤化增强聚合物复合隔热泡沫材料及其制备方法和应用

一、新材料技术（共78项）

- 63、基于新型高性能复合材料“高强不锈钢绞线网增强ECC”的既有混凝土结构韧性提升技术
- 64、一种应力可调的复合材料板材
- 65、一种低成本高韧性混凝土
- 66、一种沥青再生剂
- 67、硫酸钙晶须混杂玄武岩纤维增强混凝土及其制备方法
- 68、黑磷纳米点修饰Pt/C：耐甲醇电催化剂用于直接甲醇燃料电池氧还原反应
- 69、临氢环境材料服役安全与防护
- 70、新型高分子手性固定相材料的设计制备与应用
- 71、一种用于分离提取铀的复合膜、过滤器、制备方法
- 72、极端温度使役柔性力敏传感材料
- 73、降温农膜
- 74、一种聚合物透明件表面紫外防护膜及其制备方法和应用
- 75、一种超临界CO₂辅助制备碳纳米管复合电磁屏蔽材料技术
- 76、高分辨图案化高k材料的制备及其视觉显示的产业化应用
- 77、碳纤维低损伤/无损伤宽展、编织与均匀预浸关键技术
- 78、抗菌纤维新材料

1、新一代高性能环己烯水合制环己醇ZSM-5催化剂的研发

所属院系：化学学院

成果简介：环己醇是生产尼龙 6 和 66 的关键中间体。ZSM-5 分子筛是环己烯水合制备环己醇工业生产中使用的催化剂，工业反应中环己醇的收率普遍在 8~10.5%。因此，提高环己醇的收率对于提升整个尼龙产业链生产效率至关重要。

本技术采用廉价的无机硅和铝源，不加入有机模板剂，采用晶种诱导晶化合成过程，所得 ZSM-5 样品结晶度高，环己醇的收率可达 11-12.5%，选择性也在 99%以上。本技术制备过程简单，所得 ZSM-5 样品不需要焙烧，大大节省能耗。此外，本技术将 ZSM-5 分子筛制备过程中的废水进行回用，每生产 1 吨 ZSM-5 分子筛可以节省水 10 吨，减少废水排放，具有突出的环保优势。

应用情况：本技术适合应用于尼龙 6 单体己内酰胺和尼龙 66 单体己二酸的大宗化工产品生产产业链中。

2014 年，在鲁西集团建成年产 100 吨 ZSM-5 装置并成功实现生产和应用；

2015 年，与北京安耐吉公司合作建成年产 100 吨 ZSM-5 分子筛装置；

2022 年，在河北鑫鹏新材料有限公司年产 80 吨 ZSM-5 分子筛装置上应用；

2024 年 12 月，与洛阳建龙微纳新材料有限公司合作开发环己烯水合催化剂清洁生产及迭代催化剂技术。

效益分析：

1.经济效益：为鲁西集团带来 3006 万/年的综合收益。鲁西化工集团股份有限公司：2014 年迄今，年产 ZSM-5 分子筛 200 吨，进口 ZSM-5 分子筛 1 吨在 20 万元，本技术制备 ZSM-5 分子筛 1 吨 5 万元，年均节省成本 3000 万元。能源消耗每年节省 4 万元，污水处理每年节省 2 万元。综合年节省成本 3006 万元。

2.环境效益：分子筛废水可以回用，每年节省废水排放在 2000 吨以上。

2、高性能聚氨酯密封胶连续化生产关键技术

所属院系：化学学院

成果简介：本项目主要开发了高性能聚氨酯胶粘剂配方及先进的生产工艺。在性能方面，可牢固粘合多种材质，拓宽了聚氨酯胶粘剂的应用领域，具有优异的力学性能，提升了聚氨酯胶粘的耐老化性及耐化学腐蚀性。解决了聚氨酯胶粘剂生产工艺复杂、产品稳定性差、生产效率低的行业痛点。

有效延长了产品保质期，避免了颗粒的产生，确保产品质量稳定可靠。为聚氨酯胶粘剂的大规模生产和广泛应用奠定了坚实基础，促进了相关产业的技术进步与发展。

应用情况：本项目开发的系列聚氨酯胶粘剂已产业化，成功应用于汽车、电子、工业、建筑等领域。

效益分析：设备投入资金：500~1000 万元，产能：1000 吨/年，产值 2.0~2.5 亿，利润率：>30%。

3、增材制造用高品质球形钨粉制备技术

所属院系：中原关键金属实验室(郑州大学)

成果简介：本项目技术以射频感应等离子为热源，通过载气将不规则钨粉颗粒送入等离子高温区域使其快速熔融，并在表面张力作用下形成球形，最后冷却得到球形粉末，具有高温高热熔、无电极污染和细粉收得率高等优点，制备所得的球形钨粉具备球形度高、粒径分布窄、流动性好($\leq 8s/50g$)、松装密度高($\geq 10 g/cm^3$)和杂质含量低等优点，是目前最具竞争优势的球形钨粉制备技术。本项目在射频等离子球化技术的基础上创新地在制备过程中引入了纳米颗粒增强相，可以有效提升最终产品的各项性能指标。此外，项目技术依托于自主开发的射频等离子球化设备，拥有多项核心专利，具有国产化率高、产率高和成本低等显著优势。

应用情况：球形钨粉主要应用领域为金属 3D 打印，包括激光粉末床熔融、电子束粉末床熔融和定向能量沉积，目前已经在 CT 机 X 射线防散射光栅的激光粉末床熔融成形上实现规模化应用。项目组于 2020 年受上海瑞钼特科技股份有限公司委托开始高品质球形钨粉制备技术研究，小试和中试产品分别于 2021 年和 2023 年在合作企业线上认证，用于 CT 机 X 射线防散射光栅的生产。此外，项目组于 2024 年 11 月还完成了安泰科技股份有限公司中试实验验证。项目成果拟接受方于 2024 年 5 月投资成立了郑州增盛粉末新材料有限公司进行产品的批量生产和产业化转化，并于 2024 年 11 月完成环境影响评价，目前生产线已经稳定运行近 2 个月，月产量 300kg。

效益分析：本项目拟通过技术入股的方式实现成果转化，以自主研发技术为核心建设一条现代化球形粉末生产线。根据测算，项目初期拟投入 300 万元，年产值约 600 万元，净利润约 150 万元。随着本项目技术和市场的逐渐成熟，项目产品将扩展到涵盖多种金属和陶瓷球形粉末和纳米球形粉末，预期 5 年后占领国内球形粉末市场的 20%，总体产值约在 2 亿元以上。项目拟用 6-8 年时间成为国内等离子球化技术领导者，并在世界范围拥有一定知名度。本项目产业化运作后有望改变高品质球形金属粉末制备技术受制于人的不利局面，为我国增材制造原料制备技术打破国外封锁形成独立技术体系奠定基础，具有极其重大的应用价值。

4、SiC 晶片和特种陶瓷超精密抛光用复合粉体的制备与应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：

功能用途：主要用于氮化铝陶瓷、氮化硅陶瓷、SiC 晶圆的超精密加工，以满足其在电子、航空航天、医疗等高科技领域对高精度、高质量零部件的需求。能显著提高加工表面的平整度和光洁度，降低表面粗糙度，同时减少表面缺陷和亚表面损伤。

采用了先进的超精密加工技术，如化学机械抛光（CMP）、磁流变抛光（MRF）等，提高了加工精度和效率。研磨料的选择和优化，降低了加工过程中的残余应力和裂纹产生，提高了材料的力学性能和导热性能。

应用情况：项目研发的多种研磨料应用于加工氮化铝陶瓷、塞隆氮化硅陶瓷以及 SiC 晶圆的研磨抛光。项目团队与多家陶瓷和半导体制造企业建立了紧密的合作关系。通过技术交流、联合研发和市场推广等方式，共同推动研磨料在氮化铝陶瓷、塞隆氮化硅陶瓷以及 SiC 晶圆加工领域的应用。

这些合作不仅提升了研磨料的性能和质量，还拓宽了其市场应用范围。项目研发的多种研磨料已成功转化为实际生产产品，并通过了严格的性能测试和质量检测。

综上所述，项目研发的多种研磨料在加工氮化铝陶瓷、塞隆氮化硅陶瓷以及 SiC 晶圆研磨抛光方面取得了显著的应用成果。

效益分析：

投入包括：①研发成本：包括研磨料配方研发、原材料筛选与测试、生产工艺优化等费用；②生产成本：包括原材料采购、生产设备维护、人工费用、能源消耗等；③市场推广成本：包括市场调研、广告宣传、销售渠道建设等。

产出分析：①销售收入：研磨料应用于氮化铝陶瓷、塞隆氮化硅陶瓷以及 SiC 晶圆的研磨抛光，可显著提升加工效率和产品质量，从而增加产品的附加值。随着市场需求的增长，销售收入有望稳步提高。②利润：在销售收入扣除研发成本、生产成本和市场推广成本后，项目可产生可观的利润。③市场份额：通过提供高性能的研磨料，项目有望在氮化铝陶瓷、塞隆氮化硅陶瓷以及 SiC 晶圆研磨抛光市场占据一定份额。随着品牌知名度和客户忠诚度的提高，市场份额有望进一步扩大。

5、水性PTFE涂料及其在复杂曲面高精度图案化涂层制备技术及装备

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：PTFE 及 PTFE 涂层以其优良的机械性能、良好的稳定性、超强的隔绝性能以及其表面光滑的防粘性能再多领域应用广泛。其防粘性在需要对其表面图案化的应用时成为一把双刃剑，保障了表面光滑的同时，也导致标记难以在其表面印刷。PTFE 是非极性线性结晶聚合物，由于它极低的表面能，极难以与其它材料粘附，因此，此应用场景，需开发针对性的印刷油墨、工艺、装备。

技术指标：

1.在 PTFE 表面印刷高精度图案，线条精度 $100\mu\text{m}$ ，附着强度高，耐刮擦，耐酒精溶剂。

2.PTFE 涂层制备，表面光滑，高润滑性能，涂层表面可高精度图案化。

创新点：实现了产业化级的 PTFE 表面印刷相关的前处理工艺、油墨材料、印刷工艺、后处理工艺、印刷装备等全流程解决方案。

应用情况：该技术已在某上市医疗器件企业投产，年产值 2000 万元，实现的其产品在标识印刷、PTFE 涂层制备工艺上的进口替代，实现了技术稳定可控，成本降低 80%的效果。

效益分析：本项目可实现针对性的油墨配置、生产工艺改进、生产装备设计，从而实现质量效率提升，生产成本降低。实际应用案例是高附加值的医疗导管导丝印刷加工、涂层制备，生产线投资 200 万元，年产值 800 万元（非满负荷）。

6、一种高延性变预应力度混合配筋混凝土管桩

所属院系：土木工程学院

成果简介：研制了高延性变预应力度混合配筋混凝土管桩及高效接桩技术，通过调节预应力钢棒张拉控制应力（可调），配置 630MPa 级热轧钢筋并进预张拉弥补整体预应力损失（利用钢筋提前进入屈服段以提高构件变形能力）而形成全张式高延性混合配筋管桩；此外，提出一种非预应力钢筋与插销混合承载的 PRC 管桩机械式接桩方式，并完善了传统预应力混合配筋管桩无法同步张拉的制作工艺。建立了变预应力度混合配筋混凝土管桩的强度和刚度计算理论。该研究大幅度提高了 PRC 管桩的延性（20%以上），使其可应用于高烈度区有抗震要求的地基基础，扩展了预应力管桩的应用范围。

应用情况：本项目提出高延性变预应力度混合配筋混凝土管桩及高效接桩技术，已在“安罗高速板桩路基”中得到大量应用。

效益分析：通过本项目的实施可丰富管桩产品、形成行业或企业产品图集、设计施工标准，相关研究成果能够有效提高我省预制管桩设计施工技术水平，推动混凝土制品工业化和节能减排水平进一步的向前发展，为全面建设和谐社会提供了科技保障。同时，通过项目的实施将形成一批具有自主知识产权的自主创新、集成创新的新技术。回顾土木工程领域的发展历程，新型高性能材料的应用以及结构技术的创新突破都会极大地提升结构的性能，而结构发展变革过程中遇到的瓶颈问题通常需要通过采用高性能材料或采用创新技术来解决，同时，新型高性能材料和创新技术在土木领域的推广应用都将产生巨大的经济价值。

7、一种高性能、高通量微孔射流套管式微通道反应装备

所属院系：化工学院

成果简介：2021 年工信厅发布《石化化工行业鼓励推广应用的技術和产品目录》将新型微通道反应器装备及连续流工艺技术列为第一项推广技术。然而，目前板式微通道反应器普遍存在通量低（工业化通量约 5000 吨/年）、价格高等问题，难以在百十万吨级通量的石化化工行业应用。针对板式微通道反应器通量低的技术难题，团队自主开发了一种高性能、高通量微孔射流套管式微通道反应装备，其单套管通量即可达千吨级，通过双管板列管式换热器可轻松实现百十万吨级产能，实现微通道自动化生产工艺在石化领域中的应用。

目前，已依托微孔射流套管式微通道反应器在开发 20 万吨/年环己烯氧化制备 1,2-环己二醇、己二酸，5 万吨/年苯酚羟基化制备邻对羟基苯酚，10 万吨/年苯硝化制备硝基苯等连续流工艺技术。

应用情况：2021 年工信厅发布《石化化工行业鼓励推广应用的技術和产品目录》将新型微通道反应器装备及连续流工艺技术列为第一项推广技术。本项目依托团队自主开发的微孔射流套管式微通道反应器进行石化化工行业连续流工艺技术推广。目前，依托微孔射流套管式微通道反应器与河南福联生物科技有限公司签订“农用助剂绿色高效合成关键技术及产业化”，合同金额 168 万元；与开封市九泓化工有限公司签订“DBP 连续自动化反应与分离工艺技术包开发”，合同金额 150 万元，通过微孔射流套管式微通道与连续反应精馏结合实现邻苯二甲酸二丁酯（DBP）的连续反应。目前，正在进行环己烯氧化制备 1,2-环己二醇、己二酸，苯酚羟基化制备邻对羟基苯酚的中试试验。

效益分析：投资额 2000~15000 万元不等，需根据具体项目规模分析，投资回收期在 6 个月左右。

8、气相化学沉积制备钛硅分子筛

所属院系：化学学院

成果简介：通过化学气相沉积技术制备钛硅分子筛，在分子筛制备过程中不使用有机模板剂和有机原料，生产工艺成本低、污染小，所得产品可用作环己酮/环十二酮/丙酮/丁酮/醛类等氨肟化合成肟的催化剂，具有催化性能好、寿命长、易分离等优点，符合《石化化工行业鼓励推广应用的技術和产品目录》、《石化绿色低碳工艺名录》等国家政策。

应用情况：通过化学气相沉积技术制备所得钛硅分子筛产品，在无有机溶剂条件下的环己酮氨肟化反应中，具有催化性能好、寿命长、易分离等优点，有利于己内酰胺工业进一步简化流程、降低能耗、减少污染，符合《石化化工行业鼓励推广应用的技術和产品目录》、《石化绿色低碳工艺名录》等国家政策。2018 年至今，已经完成实验室小试、1 立方米反应釜试制、连续反应催化性能评价等工作。

效益分析：本项目采用通过化学气相沉积技术制备钛硅分子筛，在分子筛制备过程中不使用有机模板剂和有机原料，生产工艺成本低、污染小，符合《石化化工行业鼓励推广应用的技術和产品目录》、《石化绿色低碳工艺名录》等国家政策。在传统分子筛生产装置基础上，预期投入 2000 万元，可建成年产 200 吨钛硅分子筛生产装置。

9、有机膦功能催化剂的研发及产业化应用

所属院系：化学学院

成果简介：开发应用于农药医药及中间体的功能有机膦配体及其过渡金属配合物催化剂，为农药医药及其中间体的工业化生产提供简单高效、经济环保的催化生产工艺和解决方案。解决功能有机膦配体及其过渡金属配合物催化剂生产中合成路线长、后处理复杂、产物不稳定等“卡脖子”技术难题，优化合成工艺，并实现工业化生产。已成功将功能有机膦配体应用于氯虫苯甲酰胺等一系列明星农药分子的合成中，并基于产业化实用性简化了生产流程，实现绿色化学技术产业化。

应用情况：成功开发应用于农药医药及中间体的功能有机膦配体系列催化剂，解决功能有机膦配体生产中“卡脖子”技术难题，为农药医药及其中间体的工业化生产提供简单高效、经济环保的催化生产工艺和解决方案。与合作企业协作完成 OLED 有机电致发光工程技术研究中心建设，并备案成为河南省新型研发机构。依托该研发平台，郑州大学为合作单位与广东石油化工学院联合申请了广东省重点领域研发计划项目“先导新材料三联芳膦偶联催化产业化”，获批项目资金 2500 万元。依托本研究项目，签订 1000 万技术合作横向合同。

效益分析：通过开发功能有机膦配体及其过渡金属配合物催化剂，显著优化了农药、医药及中间体的生产工艺。项目成果解决了合成路线长、后处理复杂、产物不稳定等技术瓶颈，提升了催化剂的性能和稳定性，实现了绿色化学技术的工业化应用。该技术已成功应用于氯虫苯甲酰胺等明星农药分子的合成，简化了生产流程，降低了成本，显著提升了经济效益和环保效益。在社会效益方面，本研究推动了农药及医药行业的绿色化转型，为行业提供了简单高效、经济环保的生产解决方案，符合国家“双碳”战略目标，具有重要的社会意义。同时，与企业合作，共建 OLED 有机电致发光工程技术研究中心，带动了地方产业升级。

10、高压下大尺寸金刚石单晶的批量化合成技术

所属院系：物理学院

成果简介：金刚石是一种极限性功能材料，集最大硬度、最大热导率、最小压缩率、最宽透光波段、抗辐射、抗强酸强碱腐蚀等诸多优异性能于一身。因此金刚石成为工业、科技、国防等众多领域中不可或缺的材料。利用高温高压技术可实现 $\phi 10\text{ mm}$ 到 $\phi 60\text{ mm}$ 合成腔体中金刚石单晶的生长，同时结合我们的掺杂技术可以实现不同功能型金刚石单晶的生长，具有时间短、掺杂元素易调控、合成尺寸可调控等优点。

应用情况：金刚石单晶被广泛应用于建材石材、装备制造、汽车制造、家用电器、清洁能源、勘探采掘、半导体等领域。在国防工业、航空航天等战略性领域中的应用也越来越广泛，大尺寸功能型金刚石单晶的研发将是满足未来市场需求的重要推力。

效益分析：我国人造金刚石销量占全球市场的 90% 以上，其中 80% 产量供应来源于河南省。由于金刚石具有优异的性能和化学稳定性，在高端精密制造、新能源汽车、半导体等领域广泛应用，近年来，光伏、半导体产业快速发展，也进一步带动了金刚石行业需求上升。目前行业的投入与产出利润大约在 20-30% 左右。

11、高性能N型碲化铋基热电材料的粉末烧结规模化 制备工艺

所属院系：物理学院

成果简介：碲化铋（Bi₂Te₃）基热电合金是目前唯一大规模商用化的热电材料，广泛用于室温区制冷与精准温控。

技术目标：采用粉末热压烧结规模化制备 N 型碲化铋合金晶锭，晶锭室温区 ZT 值 ≥ 1.0 ；功率因子 $\geq 2.5 \times 10^{-3} \text{ W/mK}^2$ ，电导率 $\geq 90000 \text{ S/m}$ ，Seebeck 系数 $\leq -180 \times 10^{-6} \text{ V/K}$ ，导热系数 $\leq 1.0 \text{ W/mK}$ ；合金块截面 $30 \times 30 \text{ mm}$ ，长度 $\geq 100 \text{ mm}$ ；合金块整体均匀性能偏差 $\leq 15\%$ ，多批重复性能偏差 $\leq 10\%$ 。

技术创新点与优势：解决碲化铋区熔晶棒在微型化适配过程中面临的加工困难和机械强度不足问题；实现规模化制备；热电性能国际领先。

应用情况：热电器件目前已广泛应用于固体制冷与精准温控领域，2022 年销售市场规模约 7 亿美元。碲化铋（Bi₂Te₃）基热电合金是目前唯一大规模商用化的热电材料。商业上通常采用区域熔炼法制备碲化铋晶棒，之前本课题组与企业及浙江大学联合研发了利用改良型区域熔炼技术规模化制备商业化高性能碲化铋热电合金材料的工艺。可以规模化制备性能优异的大尺寸碲化铋晶棒（直径 30mm，长 300mm），N 型晶棒和 P 型晶棒的 ZT_{max} 值分别达到 1.0 和 1.1，达到了国际领先水平。年产量达到 22 吨。但是碲化铋区熔晶棒在微型化适配过程中面临加工困难和机械强度不足的问题。为了提高其机械强度，需要采用粉末烧结工艺制备碲化铋合金。

效益分析：主要生产设备是真空热压炉，单台售价几十万元；原料混合需要球磨机，单台售价几万元。预计投资 1000 多万元，建成后，预期年产值达到 2400 万元以上，年利润约 300 万元。

12、高功率芯片传热金刚石材料的开发与应用

所属院系：物理学院

成果简介：在高功率芯片散热需求日益迫切的当下，本项目成功攻克多项关键技术难题，实现了传热金刚石体材料的突破性开发与应用拓展。在材料制备层面，创新性地采用低成本磨料级金刚石通过高温高压工艺实现高导热大尺寸金刚石聚晶体材料的高效制备，精准调控金刚石的微观结构，使其热导率较传统材料提升，高达 $1000 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上，低成本，远超同类竞品，确保热量能够高效导出芯片核心区。

应用端成效显著，将该金刚石散热片集成于高功率通信基站芯片模组，运行温度降低，稳定性大幅提升，故障率降低，有效延长芯片使用寿命，降低维护成本。

应用情况：高功率芯片传热金刚石材料的主要应用端广泛且关键。在 5G 通信领域，于基站内，保障芯片稳定，避免信号传输因热受扰，在手机等终端维持高性能，防降频、延使用时长。航空航天方面，飞机航空电子设备借助其应对极端环境，保障飞行安全；卫星电子系统身处太空恶劣条件，靠它维系正常运转。国防军事里，雷达系统借其精准探测，武器装备电子控制系统也倚仗它确保战场可靠。汽车电子中，电动汽车动力和智能驾驶辅助系统芯片靠它散热，提升续航、助力智能驾驶。超级计算机更是离不了，大量处理器芯片生热惊人，金刚石材料高效导热，加速运算、减少故障，在科研、气象等计算密集领域作用显著。

效益分析：

投入

目前，研发层面的研究已经完成。生产环节，高温高压专用设备的购置及维护成本，按照装机量 20 台设备，辅助配套需 2000 万；同时，需引入热导率测试仪等精密设备，考虑专业质检人力成本。

产出

目前金刚石在散热市场上处于初始阶段，价格因素影响较大，本项目制备成本低，与 CVD 方式在成本上有极大优势。该类型产品 5G 通信基站、航天航空机载电脑、新能源汽车主控芯片等领域迫切需求，产品得以迅速渗透，订单量与合作项目攀升。经济效益显著，一方面，直接售卖材料获利丰厚；另一方面，芯片制造商使用后良品率显著跃升，返工、报废成本骤减，整机性能提升又拓展高端产品线，后续盈利潜能巨大。

13、医用可降解低温外固定及定位板材研发

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：针对骨科康复和高端放疗定位医疗器械市场需求，我们研发了一种自防粘轻质医用可降解低温外固定板材。产品技术指标：65-70℃热水中自身不粘连，也不粘连其他物体；弯曲模量（MPa） ≥ 700 ，弯曲强度（MPa） ≥ 20 ；拉伸强度（MPa） ≥ 15 ，断裂伸长率（%） ≥ 300 ；密度（g/cm³）：0.7-1.2；形状固定率（%） ≥ 95 ；材料可多次（4-5次）软化塑形重复使用。

技术创新点：①通过反应性挤出共混在体系中引入耐高温硬段结构，实现板材的高温自防粘，解决目前需要在板材表面喷涂防粘涂层导致的费时费力与成本增加问题；②通过不同维度轻质填料增强与辐射交联增韧的协同作用，同时实现材料的高强高韧、低密度与低重量，提高产品的舒适性，减少给病人带来的不便。

应用情况：本产品主要医用可降解低温外固定材料主要应用于骨科康复领域、放射治疗患者的辅助定位和固定领域，市场潜力巨大。

课题组与河南力郡医疗科技有限公司已签订横向合同开展医用可降解固定及定位材料研发，目前研发的产品已经进行小批量生产，并在医院试用，听取医生与病人反馈，以验产品的使用性能，为产品大批量生产和升级换代做铺垫。

效益分析：

1.经济效益：目前一张板材（长90 cm、宽60 cm、厚3 mm）的销售价大约为 400-600 元，预计实现年销售额可达 650 万元，利税 150 万元。

2.环境效益：医用可降解低温外固定材料以生物可降解材料为基体，具有无毒、无味且对皮肤无刺激的特点，同时其具有形状记忆性能，可多次塑形与重复使用，可以减少废弃物对环境带来的不利影响。

3.社会效益：项目实施对推动省内医用可降解低温外固定材料技术进步、提高企业竞争力及医疗器械的整体制造加工水平等方面具有重要意义。项目成果的成功转化将为企业在研发、生产、销售、管理和经营等方面提供约 20 个就业岗位，缓解省内就业压力。

14、高效精密超硬刀具的制备技术研发及应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：超硬材料及制品广泛应用于国防军工、机械、精密制造、石油钻探等领域，属于高精尖产品，是我国重点支持的研究方向。本成果围绕聚晶立方氮化硼（PcBN）超硬刀具难烧结、韧性差、易崩口和使用寿命低的问题，由高校牵头联合研究院所和企业开展协同攻关，在粒度均一的高纯cBN微粉合成、原位增韧 PcBN 刀具材料和高效磨削 PcBN刀具刃口的技术上具有创新性，所开发的刀具制品填补了国内高端 PcBN 超硬刀具的空白，打破了国外在高速高效精密切削工具制造技术领域内对我国的技术封锁，带动了超硬材料及制品行业的技术进步。

应用情况：本成果开发出的新型超硬刀具与世界知名刀具厂商瓦尔特、肯纳等公司的刀具对比，在船电发动机加工粗铣、精镗方面，提高效率 30%以上，成本降低 16-40%不等。超硬刀具产品已在广西玉柴、比亚迪子公司弗迪动力、戴卡轮毂、中原内配等公司实际推广应用，实现了进口替代，打破了高端超硬刀具受制于发达国家的被动局面，引领和推动了我国超硬材料行业的发展。

效益分析：本成果采用氧化剂、还原剂高温煅烧法，取代常规强酸、强碱化学处理，控制污染排放，同时降低了提纯成本，实现了 cBN 的绿色提纯、节能降耗、生产效率提高、劳动强度降低、工作环境改善，间接经济效益显著。

15、100kW工业级射频等离子球化装备制造技术

所属院系：中原关键金属实验室(郑州大学)

成果简介：项目团队自主开发的工业级 100kW 射频等离子球化装备具有多项自主设计研发的核心技术，包括 2.5MHz 双回路射频电源、双气旋等离子体发生器、一体式电磁屏蔽和高效送粉装置等，与国外进口设备相比具有以下显著优势：①采用低气压起弧等离子体，无需点火针，避免了易损件的更换及对粉体的污染；②射频电源采用双震荡回路，运行过程中电源频率波动更小，等离子体焰流更加稳定；③重要部件均做了相应的电磁屏蔽，实现了全自动控制，保证了设备的精准控制和稳定运行；④采用无水冷发生器，避免了水冷系统故障而造成炉腔进水的情况出现。此外，项目团队还设计研发了配套的粉末超声清洗系统、气体纯化循环系统和等离子光谱测量系统，形成了完整的装备技术体系。

应用情况：射频等离子球化设备主要用于球形金属和陶瓷粉末制备，可应用于 3D 打印、热喷涂、注射成型和电子浆料等领域。由相关项目牵引，项目团队自 2016 年开始射频等离子球化设备的开发，历经多年迭代升级，目前已经形成了完整的装备技术体系。项目团队使用自主研发的等离子球化设备先后为西安电子科技大学、解放军军事科学院、中科院化学所、陆军装甲兵学院和悦安新材料等十余家单位进行粉末试制实验，用户反馈良好，目前多家单位已有意向购买设备。项目组于 2024 年 12 月注册成立了郑州瑞赋浦科技有限公司，拟以装备制造和销售业务为核心进行成果产业化转化。

效益分析：本项目拟通过技术入股的方式成立创业公司实现成果转化。由于设备销售通常采取订单制的模式，因此前期拟投入 50 万元，主要用于维持公司日常运转。预期前两年可实现设备销售 3-5 套/年，年产值约 1500 万元。随着公司的发展，拟推出 40kW 和 200kW 的等离子球化设备，形成完整的产品系列，进一步开拓市场。项目预期 5 年后占领国内射频等离子球化设备市场的 80%，总体年产值约在 4000 万元以上。项目拟用 6-8 年时间超过加拿大 Tekna 公司(全世界范围内工业级射频等离子球化设备唯一制造商)技术水平，成为国内等离子球化技术领导者，并在世界范围拥有一定知名度。

16、轻质高能的500Wh/kg锂金属软包电池与无人及示范应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：以石墨为负极的第二代锂离子电池的能量密度已接近其理论极限（372 mAh/g），使用新型“轻质高能”的第三代锂金属负极（3860 mAh/g，是石墨材料的 10 倍以上），可大幅提升单体电池的能量密度。然而，在实际应用条件下（高负载正极、薄锂负极、贫电解液）对电解液有更高要求，本成果提供一种可实现高能量密度长循环寿命锂金属软包电池（500 Wh/kg）的局部高浓度电解液及其制备方法和应用。在实际应用条件下实现高负载扣式电池 500 次长循环。

N/P 比低至 0.818，贫液状态 E/C 比为 1.188 g/Ah 的高能量密度软包电池（500 Wh/kg）经过 50 次循环后仍表现出98.08%的容量保持率，且已实现无人机长巡航试飞，在低空经济等新型领域展现了优异的发展前景。

应用情况：在当前电池体系中，石墨负极基锂离子电池的能量密度已接近其理论上限（170-260 Wh/kg），迫切需要研发新型高能电极材料。锂金属因具有高的理论比容量（3860 mAh/g）、极低的负电位（-3.04 V）和很轻的质量（0.534 g/cm³，替代石墨负极（比容量 372 mAh/g）后，可将单体电池的能量密度大幅提升至 400-500 Wh/kg，成为当前的研究热点之一。

软包电池证实效果，在水分含量低于 1‰的干燥房中采用叠片工艺组装高容量软包电池（6 Ah），实现在实际应用条件下（N/P 比低至 0.818，贫液状态（E/C 比为 1.188 g/Ah））的高能量密度软包电池（500 Wh/kg）经过 90 次循环后仍表现出 79.08%的容量保持率。软包测试结果表明，使用新型局部高浓度电解液可以在实际应用条件下可以实现锂金属电池稳定循环。

本成果不仅可以实现电池轻量化，使无人机续航能力提升 20%-40%，还可以满足无人机起飞、爬升和高速飞行等大负载情况下的瞬时大电流放电需求。

效益分析：当前广泛应用的以石墨为负极的锂离子电池的能量密度通常低于 300 Wh/kg，有效载荷低，仅可无人机维持续航 10-30 分钟，不能完全满足实际需求中。

锂金属电池作为最具潜力的高能量密度储能体系，其能量密度可达到 500 Wh/kg 以上，新型电解液通过提高锂金属电池的循环稳定性和能量密度，在提升无人机续航、有效载荷等能力的同时还可以降低维护成本，增强了无人机的市场竞争力。

2023年中国低空经济规模达5059.5亿元，增速达33.8%，实现 500 Wh/kg 锂金属软包电池在无人机上的应用预计到2026 年有望突破万亿元。

17、适用于极寒环境下的锂金属软包电池与示范应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：当前石墨基锂离子电池在常温下已无限接近其理论容量，其在低于-40℃下工作时几乎无容量放出，因为石墨负极比容量仅约 370 mAh/g，为提升能量密度只能增厚电极却致锂离子传输动力学变差。而锂金属比容量超 3800mAh/g，是石墨 10 倍多，薄锂负极即可实现高比容量与快速动力学。

本成果从软包应用角度①利用液相包覆法修饰高镍三元正极，在其表面形成保护层，改善极端温度下锂离子的扩散速率，250 Wh/kg 锂金属软包电池在-40℃可稳定循环 50圈；②选用醚酯共溶电解液，降低了极端温度下锂离子去溶剂化能垒，促进锂离子快速传输。300 Wh/kg 的锂金属软包电池在-40℃可实现室温保持率的 75%。

本成果解决了①极端条件下高比容电极材料的传质传荷动力学稳定机制②电极/电解液界面膜在极端条件下的动态演化规律等关键科学问题，实现了在轨锂电池飞行器 10多颗，建立了国内首家在轨飞行器电源数据中心，为我国极端环境用高性能储能电池的发展奠定坚实的理论基础和技术支撑。

应用情况：在极地气候、高寒地区、高原边防等部分地区气温将降到-20℃以下，随着漫长严寒的冬季的到来，部分地区极端最低温度可达-40℃以下，对电池的运行条件提出严苛的考验。

本成果研发的电解液及改性的高镍三元正极，通过扣式电池测试后，将其应用到 Ah 级锂金属软包电池上，电池在常温循环后，放置-40℃的极寒温度条件下测试，在正常运行下同时拥有室温 75%的容量保持率，通过实际成功证明该成果的应用价值。

本成果已应用于极寒温度地区环境下的储能设备，相较于常见的磷酸铁锂等传统储能电池提升 5 倍，拥有优异的低温性能（零下 40~70℃的极寒温度）、高的能量密度（近 300Wh/kg），可适应极寒条件下的应用，并且具有成本低，可应用于大范围制造等优势。

效益分析：

1.经济效益：以电动汽车为例，在温度低于-10℃的地区，续航能力大大降低，使用寿命减少，本成果研发的电解液及改性的高镍三元正极，组装的锂金属软包电池可保证车辆在冬天的正常续航，降低了电池更换成本，并且该成果制备工艺简单，成本低。

2.环境效益：本成果可应用于极地科考、高原边防等领域，无需使用复杂的加热装置来保证电池的正常运行，减少了人力物力损失和碳排放量；本成果长循环寿命的优势可大幅度减少废旧电池的产生，极大减轻了环境压力。

18、全再生混凝土制备及性能提升成套技术与产业化应用

所属院系：水利与交通学院

成果简介：针对废旧混凝土综合利用率较低问题及产业化应用需求，围绕全再生混凝土配制、性能提升及产业化应用等开展了系统的研究，取得以下原创性成果：提出了一套高品质废旧混凝土再生粗骨料制备方法与分形评价理论；研制了系列再生水泥及低碳再生水泥基复合材料；提出了全再生混凝土多尺度性能提升理论，建立了全再生混凝土损伤本构模型，发明了高品质全再生混凝土制备方法；揭示了全再生混凝土结构钢筋粘结滑移破坏机理，建立了其粘结滑移本构模型；发明了基于撞击-研磨法的再生粗骨料包裹砂浆去除、废旧混凝土路面就地再生等关键设备，集成创新了全再生混凝土产品生产成套工艺与设备，实现了全再生混凝土的产业化应用。

应用情况：该成果主要应用于废旧混凝土的资源化利用及绿色建造，适用于交通运输、水利工程、土木建筑等领域。

通过高品质再生粗骨料和低碳再生水泥基复合材料的研发，全再生混凝土广泛应用于海峡文化艺术中心、福州数字中国会展中心、濮鲁高速等 50 余项工程。这些项目获得了国家绿色施工示范工程、国家优质工程等奖励，节能减排效果显著。

在应用合作方面，团队与中建七局、地方政府及相关行业企业建立了产学研合作，推动科技成果的快速转化。成果转化实现了设备销售 103 套，消纳废旧混凝土 56 万吨，生产再生混凝土构件 508 万件，带来 5.68 亿元经济效益，展现出广阔的推广应用前景。

效益分析：该项目总投入达 500 万元，涵盖基础研究、设备研发、技术试点及产业化应用等阶段。前期资金主要来源于政府科研基金和企业投资，确保了高品质再生粗骨料、低碳再生水泥及相关设备的开发。

在产出方面，项目获得授权发明专利 36 项，知识产权47 项，主参编行业标准 7 部，发表学术论文 94 篇，并成功应用于 50 余项重大工程项目，取得显著的社会与经济效益。

设备销售 103 套，消纳废旧混凝土 56 万吨，生产再生混凝土构件 508 万件，实现了 5.68 亿元经济效益。

目前，该技术在国内外废旧混凝土资源化利用市场的占有率达 15%，随着市场对绿色建造和环保需求的提升，预计未来市场份额将进一步扩大，具备良好的市场前景和增长潜力。

19、高性能SMA绞线制备技术

所属院系：土木工程学院

成果简介：研制了一种内核丝材加大型镍钛 SMA 丝绳，通过加大中心丝材和中心丝束的直径，使外围丝材之间具备一定的初始间隙，进而优化了外围丝材的应力分布，缓解了外围丝材之间的挤压和摩擦，进而提高 SMA 丝绳的整体超弹性表现，并缓解 SMA 丝绳在循环荷载作用下的超弹性退化现象。该研究大幅度提高了镍钛 SMA 丝绳的力学性能稳定性以及在循环荷载作用下的自复位能力；与普通 SMA 丝绳相比，内丝加大型 SMA 丝绳的累积残余应变减小了 50%以上，有效提高了镍钛 SMA 丝绳的超弹性行为和力学性能稳定性。

应用情况：本项目提出内核丝材加大型镍钛 SMA 丝绳；已在“自复位阻尼装置及结构体系”中得到大量应用。

效益分析：通过本项目的实施可进一步丰富镍钛 SMA 丝绳各标号产品、形成行业或企业产品图集、设计施工标准，相关研究成果能够有效提高国内自复位阻尼装置研发、设计、施工技术水平，推动装配式韧性结构体系进一步发展，为全面建设和谐社会提供了科技保障。同时，通过项目的实施将形成一批具有自主知识产权的自主创新、集成创新的新技术。

回顾土木工程领域的发展历程，新型高性能材料的应用以及结构技术的创新突破都会极大地提升结构的性能，而结构发展变革过程中遇到的瓶颈问题通常需要通过采用高性能材料或采用创新技术来解决，同时，新型高性能材料和创新技术在土木领域的推广应用都将产生巨大的经济价值。

20、一种芳香烃微通道连续流硝化反应工艺及成套装备

所属院系：化工学院

成果简介：芳香烃混酸硝化属于强放热快速反应，是典型的高危工艺。2024 年 1 月国务院安委会印发的《安全生产治本攻坚三年行动方案 2024-2026 年》中要求推进高危工艺（特别强调硝化工艺）企业全流程自动化改造，鼓励应用微通道管式反应器等新装备、新技术。本成果采用具有自主知识产权的新型“射流鱼型”微通道反应器进行芳香烃硝化，已开发苯硝化制备硝基苯、二硝基苯，甲苯硝化制备硝基甲苯，氯苯硝化制备硝基氯苯，异辛醇硝化制备硝酸异辛酯，蒽醌硝化制备硝基蒽醌，氯苯并三唑啉酮硝化等 10 余种芳香烃微通道连续流硝化反应工艺及配套装备。将硝化反应时间从间歇釜式的小时级缩短至秒-分钟级，提高了反应转化率和收率及过程安全性，大大降低了企业生产成本。

应用情况：2024 年 1 月国务院安委会印发的《安全生产治本攻坚三年行动方案 2024-2026 年》中要求推进高危工艺（特别强调硝化工艺）企业全流程自动化改造，鼓励应用微通道管式反应器等新装备、新技术。因此，涉及硝化亟需微通道管式反应器进行全流程自动化改造。目前，依托团队自主开发的“射流鱼型”微通道反应器开发了苯硝化制备硝基苯、甲苯硝化制备硝基甲苯，并与宁夏同德爱心签订了技术开发合同 200 万元；依托所开发微通道反应器与台州普渡机械签订了专利实施许可合同 2000 万元。目前，已开发的氯苯硝化制备硝基氯苯、异辛醇硝化制备硝酸异辛酯、蒽醌硝化制备硝基蒽醌、氯苯并三唑啉酮硝化等微通道连续流硝化工艺及成套装备正在推广应用。

效益分析：投资额 500~6000 万元不等，需根据具体项目规模分析，投资回收期一般在 6 个月以内。

21、一种3,4-二氟苯腈连续化反应与节能分离工艺技术包

所属院系：化工学院

成果简介：3,4-二氟苯腈是合成多种农药、医药、染料、含氟液晶材料的中间体，具有广阔的应用市场。目前，采用3,4-二氯苯甲腈直接氟化合成3,4-二氟苯腈最为经济，该反应为固液非均相反应，工业装置均采用间歇反应与分离过程，存在反应时间长、占地面积大、劳动强度大、收率低、生产过程能耗高、污染严重等问题。2024年1月国务院安委会印发的《安全生产治本攻坚三年行动方案 2024-2026 年》中要求推进高危工艺（特别强调氟化工艺）企业全流程自动化改造。本成果采用连续反应精馏边反应边除水、采用连续脱水塔与产品塔实现 3,4-二氟苯腈的连续分离，原料利用率及能源利用率均得到大幅提高，产品总收率最高至 98%，较间歇工艺提高 6 个点，大大降低了企业生产成本。

应用情况：2024 年 1 月国务院安委会印发的《安全生产治本攻坚三年行动方案 2024-2026 年》中要求推进高危工艺（特别强调氟化工艺）企业全流程自动化改造。因此，涉及氟化企业亟需进行全流程自动化改造。本项目依托团队自主开发的高持液量新型反应精馏装备，将间歇反应精馏工艺转化为连续反应精馏工艺，并将后续间歇精馏改为连续精馏。

依托所开发高持液量新型反应精馏装备，与开封市九泓化工有限公司签订“DBP 连续自动化反应与分离工艺技术包开发”，金额 150 万元；与济宁正东化工有限公司签订“氯丙酮连续化自动化反应与分离工艺包设计开发”，金额 200 万元。目前，正在与济宁正东化工母公司济宁康盛彩虹生物科技有限公司谈项目合作。

效益分析：投资额 200~1000 万元不等，需根据具体项目规模分析，投资回收期在 8 个月左右。

22、支化活性端基树脂及其高强韧结构粘接材料

所属院系：化学学院

成果简介：面向轨道交通装备、传统/新能源汽车等领域高强粘接、减振降噪（NVH）复杂工况多功能需求，针对环氧基、丙烯酸酯基粘材常温、低温韧性和粘接能力有限的行业难题，提出支化活性端基与松堆砌聚集态协同调控韧性和粘附功策略，通过软硬单体的“异步交联”诱导形成原位微纳相区，使胶粘剂剪切强度 $>32\text{ MPa}$ ，T 剥离强度 $>10\text{ kN/m}$ ，室温楔形冲击剥离强度 $>40\text{ kN/m}$ ， -40°C 楔形冲击剥离强度 $>30\text{ kN/m}$ 。该关键合成树脂可扩展应用于室温和加热固化的单、双组份环氧基、丙烯酸酯基导热、EMI、吸波等功能复合材料的增韧和增粘，有望打破国外品牌的长期垄断地位，助力国内高端材料产业链的良性发展。

应用情况：

- 1.传统燃油汽车和新能源汽车车身结构粘接和减振降噪胶粘剂
- 2.新能源汽车动力电池系统轻量化结构设计的室温快速固化与结构粘接
- 3.高铁、地铁、低空飞行器等载具金属、塑料制件的结构粘接
- 4.潜航器、船舶声呐装置的水下吸声阻尼与粘接。

目前，已与上海阿莱德实业股份有限公司、郑州恩德富新材料科技有限公司、芜湖徽氏新材料科技有限公司、基则曼（苏州）科技有限公司达成合作，正积极推动技术的工程化、产品化和商业化进程。

效益分析：需要投入 200~1000 万资金用于建设生产场地、成套生产装置、组建生产/品控/储运/销售等人力团队，运用该技术合成关键原料树脂，制备面向终端应用的高端胶粘剂材料，毛利率在 50~90%左右，一次性固定资产和周转投入可在 2~3 年左右收回实现盈亏平衡。

23、基于光伏电池的铟基氧化物靶材及关键粉体技术

所属院系：中原关键金属实验室（郑州大学）

成果简介：

功能用途：

铟基氧化物靶材是光伏电池，特别是新型的异质结（HJT）电池和叠层电池的关键材料，起到透明导电的作用。

技术指标：

铟基靶材技术的提升，主要体现在氧化铟粉体性能控制和靶材烧结技术。

1.粉体控制：一次颗粒纳米度：20-80 nm，粒形规则，接近等轴或球形，粉体分散性好，比表面积 5-50 m²/g 可调；2.烧结技术：可根据薄膜需求进行 Ce、Ga、Ti、Zn、Sn 等元素的掺杂，靶材相对密度 ≥98.5%，晶粒尺寸 ≤10 μm，靶材形状和尺寸可根据需求进行烧结；

技术创新点：

1.突破了常规铟基氧化物原料粉体粒度及尺寸范围大、形貌不规则、稳定性差和团聚严重的问题；

2.通过靶材烧结技术的控制，提升靶材的致密度，并有效控制靶材的晶粒尺寸和物相成分。

应用情况：为了实现碳达峰和碳中和的战略目标，近年我国大力发展光伏发电，其中主要的新型电池发展方向为异质结（HJT）电池和叠层电池（晶硅+钙钛矿），这两种新型电池均要使用铟基氧化物靶材，预计 2025 年 HJT 规模将达到 220GW，对应 ITO 靶材需求量为 4400 吨，市场规模近百亿，然而传统 ITO 靶材的迁移率低，并且近红外透过率不足，这不能满足高效光伏电池的需求，因此开发出新型的铟基氧化物靶材以适应光伏领域的需求，替代传统靶材会有力促进光伏电池的发展。目前本团队已完全掌握了自主知识产权的铟基氧化物粉体合成和性能调控、靶材制备烧结的关键技术，可满足光伏电池靶材的应用需求。

效益分析：晶硅光伏电池中，HJT 技术路线因引入透明导电薄膜，需使用 ITO 靶材，故具备较高的靶材成本占比，HJT 电池成本中，硅片占比最高为 47%，靶材成本占比约为 4%。然而，钙钛矿电池成本中，因无硅料成本、生产温度相对降低、能耗成本下降等因素，靶材成本占比进一步大幅提升。以协鑫光电 100MW 项目为例，靶材成本占比高达 37.2%，比重最高。钙钛矿电池中，ITO 导电玻璃、空穴传输层、电子传输层、金属背电极的制作均会用到各类靶材，当前，全球靶材市场处于外资寡头垄断中，靶材作为钙钛矿电池中成本占比最高的环节，其国产化相关标的将充分受益于光伏领域的发展与后续的规模化量产落地。

24、用于微孔塑料的高效、低成本化学发泡剂

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：研究团队基于碳酸氢钠进行表面涂敷改性，成功制备出低成本、无污染的无机化学发泡剂和吸/放热复合化学发泡剂两种，满足 RoHS、REACH 测试认证要求的同时，发泡剂配方成本不高于 20 元/公斤。通过配方、助剂优化，在发泡剂添加量不超过 2%的条件下，保证注塑制品减重 10%~15%的同时力学性能保持在 85%以上。经与同类型 2 款商业化国外发泡剂和国产发泡剂对比，本项目研发的发泡剂成本降低 50%以上；此外，发泡产品内部泡孔更加细密，相比国外发泡剂平均 80~100 μm 的泡孔直径，使用本项目研发的化学发泡剂注塑制品内部泡孔平均 20~50 μm 。

应用情况：研发产品作为发泡添加剂，可用于任何加工温度在 180℃~230℃范围内热塑性高分子材料的注塑发泡成型工艺。

该发泡剂已经过至少美的公司两款注塑件（风道后板、洗衣机叶片）的实际生产验证；该研发产品已经过美的公司的生产放大，达到吨级量产能力。

效益分析：攻克传统发泡剂环保性差、稳定性不足、泡沫制品减重轻等难题，提升泡沫均匀性与工艺可控性。产品效益显著，应用于塑料、橡胶行业，以美的公司空调外壳注塑产品为例，材料配方中额外添加 2%发泡剂，每件产品减重 8%计算，每年可节约 PP 原料成本 2000 余万元。且新型发泡剂无毒无害，契合环保要求，助力企业开拓高端市场，提升品牌价值，带来长远经济效益与社会效益。

25、土遗址保护整套技术开发（新材料、新工艺、整套装备）

所属院系：水利与交通学院

成果简介：

1.功能用途

针对土遗址的特殊性，研发一系列新型保护材料，这些材料具有优异的物理与化学特性，能够有效延缓土遗址的自然风化、侵蚀与生物侵害。同时，通过合理的施工新工艺，确保材料的最佳应用效果。最后，建立一套系统的监测与检测方案，以动态评估保护材料的长期效果，确保遗址的可持续保护。

2.技术指标

1.抗压强度大幅提高；

2.吸水率 $\leq 5\%$ ；

3.耐温范围-40℃ ~ 50℃

4.土体渗透深度约 10cm

5.生物相容性：无毒、无害

6.耐久性： ≥ 10 年

7.监测周期：每 6 个月进行一次综合检测

3.技术创新点与优势

①采用新型纳米复合材料，提升保护材料的强度和耐久性，且具有良好的透气性，有效防止水汽积聚造成的损害。

②引入先进的施工技术，如喷涂和浸渍相结合的方法，确保材料均匀渗透，提高保护效果。

③基于物联网技术的监测系统，能够实时收集和分析环境数据，动态评估保护效果，及时调整保护措施。

应用情况：本项目聚焦于土遗址的保护，研发出一系列新型保护材料，以满足不同土遗址的保护需求。我们与南京博物院、郑州市考古院、河南省考古院、新乡市文物考古研究所等一系列的单位建立了较好的合作关系，成功在多个土遗址现场实施了保护材料的应用。这些遗址包括历史文化村落、古代墓葬遗址等，应用效果显著。

在保护材料施工工艺方面，开发了标准化的检测新技术，确保材料的有效应用与施工质量。与地方政府和相关科研机构的合作，使得我们的检测新技术得以在多个项目中推广，形成了良好的示范效应。

在保护材料效果检测与监测方面，建立了完善的检测体系，与高校及科研机构共同开展了长效监测研究，定期评估保护材料的效果。通过对已实施项目的跟踪调查，我们发现保护材料在提升土遗址的耐久性、抗风化能力方面表现优秀，实现了科研成果的成功转化，推动了土遗址保护事业的可持续发展。

效益分析：项目将研发出高性能的土遗址保护新材料，能够有效延缓土遗址的风化与破坏，提升其耐久性和稳定性。

这些材料将具有良好的生态兼容性，能够与土遗址的原有成分相融合，减少对环境的负面影响。同时，通过科学的施工工艺，确保保护材料的应用效果最大化，从而提高施工效率，降低人工成本。在效果检测方面，项目将建立一套检测新技术，通过对保护材料的性能评估与监测，确保保护效果的长期稳定性。这不仅为土遗址的保护提供了科学依据，也为后续的保护工作提供了数据支撑。

通过以上措施，本项目预期将实现经济效益与社会效益的双重提升。经济上，保护材料的产业化应用将推动相关领域的发展，形成新的市场机遇；社会上，土遗址的有效保护将促进文化遗产的传承与发展，提升公众对文化遗产保护的意识与参与度，增强社会对土遗址的认同感与归属感，从而实现科技成果的有效转化与广泛应用。

26、一种二维MXene材料的高效、绿色制备方法

所属院系：化工学院

成果简介：类石墨烯的二维 MXene 材料具有较高的比表面积、高的电子导、丰富的表面功能基团等优异特性，在诸多领域有着非常广泛的应用，如电池、电催化、航空航天涂层等等。然而，目前 MXene 的制备方案多为高浓酸或高浓碱刻蚀法，安全性差、制备工艺繁琐、周期长，无法实现工程化生产。为此，我们提出了一种焦耳热瞬时制备工艺，可以实现 MXene 的瞬时（1s）、绿色、批量制备，所得二维MXene 呈现超薄片层，无堆积。该技术有望实现 MXene 材料的工业化生产和规模应用。

应用情况：该技术实现了 MXene 的瞬时、绿色、批量制备，所得二维 MXene 材料具有高比表面积、高导电性和可控的表面化学活性，作为上游产品，目前已成功应用但不限于固态电池和航空航天等领域。当作为固态电池锂金属界面涂层时，可有效提高电池的安全性；当作为飞机表面涂层时，可有效提高飞机隐身性。目前该技术已通过技术转让形式与吉林省一一科技有效公司达成合作，合同金额 150 万，目前正在探索中试技术。

效益分析：二维 MXene 作为一种二维纳米材料在许多高精端领域均有着很好的应用的前景，如电池、电催化、航空航天、电子芯片等。但由于其制备工艺复杂，产量小，价格昂贵等原因，目前仍无法实现工业化生成和广泛应用。本技术成果所提出的焦耳热方法可以实现 MXene 材料的绿色、批量制备，对推进二维 MXene 纳米材料在众多下游产品中的应用提供了可行方案，10 年内市场总需求预计可达百吨/年级别，年收益预计可达十亿级别。

27、先进纳米材料涂层

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：为了解决高端装备表面硬度低、耐磨、耐蚀性差等问题，满足工业发展对材料高强度、低摩擦化、耐腐蚀的需求以及在航空航天、装备制造、发动机关键部件等金属切削领域的应用，首次研发出了多种先进纳米材料涂层，研究了其力学性能及耐蚀性，建立了先进纳米材料涂层的生长及力学行为的原子尺度模拟方法，实现了超强超硬薄膜材料从设计、研制、性能提升及工程应用的关键技术突破，与铝合金基底相比，所研制的先进微纳米材料涂层的硬度提高了 727.4%，弹性模量提高了 239.8%，摩擦系数降低了 77.2%，磨损率仅为 1/79，腐蚀电流密度降低了 99.9%。且制备工艺简单、成本低，可应用于航空航天、汽车、机械设备等领域，显著提升其硬度、强度、耐磨性及耐腐蚀性。

显著提高了材料的硬度、强度、耐磨减摩及耐蚀性，延长了装备材料的安全可靠性，提高了装备的安全服役寿命。

所研制涂层材料属国际首次，超越同类产品性能。

应用情况：研究成果在欧玛（中国）汽车部件有限公司、郑州日新精密机械有限公司、郑州奥特科技有限公司得到应用，提高了设备零部件的表面硬度、耐磨减摩及耐腐蚀性，减少了材料消耗，节约了成本，延长了其服役使用寿命，具有较大的理论意义和工程应用价值。

效益分析：研发的先进纳米材料涂层项目，通过提升设备零部件性能，实现了显著的经济效益。年度净增效益可达1700 万元。长期看，材料性能提升带来的寿命周期成本节约可达 3000 万元。考虑市场波动，项目在成本波动 10%内仍保持盈利，显示出良好的经济可行性和市场竞争力。

28、脆弱金属文物自剥离温和除锈凝胶

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：脆弱金属文物基体强度低，可再处理性差，反复处理将加剧脆弱金属文物表面锈蚀成分连续、高容量的吸附，避免了传统除锈方法的机械损伤与化学清洗剂残留等缺陷。本项目研发的除锈凝胶对比国内外现有除锈方式有如下创新点:①不负载任何化学清洗剂/络合剂，避免了清洗过程的残留对器物表面的二次腐蚀;②高吸附量，温和移除厚的锈层，利用凝胶网络空腔/通道效应，实现对厚锈层、基体青铜文物锈层温和吸附;③温和自剥离无残留:吸附完成后，凝胶自行剥离。避免了凝胶去除过程对基体的损伤，同时，凝胶完成自剥离，在器物表面零残留，避免对器物的二次污染与腐蚀。本项研究成果，经国内外查新，未见相同报道。属于国际领先。

应用情况：秉持高效吸附锈蚀成分，温和自剥离的原则，本项目研发的温和除锈自剥离水凝胶，实现了脆弱金属文物的温和除锈。凝胶对锈蚀青铜样片及文物残片的除锈实验结果表明，除锈凝胶可在温和条件下实现锈层向凝胶内部的迁移，吸附完成后可从器物表面温和剥离，实现高效吸附，无损自剥离的良好除锈效果。本项目研发出的“智能自剥离除锈凝胶”有效的解决了青铜器修复保护中精准无损除锈难题，研究成果具有国际领先水平，已申请了 2 项国家发明专利。截止目前，已在山东省、安徽省、江苏省、内蒙古自治区、山西省、宁夏回族自治区、甘肃省、陕西省、湖南省、四川省、河南省等十一省市、自治区的三十余家考古、文博单位得到推广应用，保护效果得到了广泛认可与肯定。

效益分析：

1.技术优势:温和除锈无损剥离无残留，实现金属文物表面锈层移除技术属于国际领先;

2.操作简便环境友好:凝胶为固态贴片，操作简单，准入门槛低，使用可降解材料安全环保;

3.经济效益:每年国家投入在文物修复保护上的人力物力数额庞大，用传统方法处理一个 2 平方厘米的锈蚀部位，平均用时 1 周，且需要操作人员持续工作，除锈凝胶贴敷后12-15h 自行剥离，省时省力;

4.社会文化效益:文物保护是一个展示国家综合实力的系统工程，文物保护水平体现国家的科技发展水平，文物保护类新材料新技术的推广应用，对于文物保护利用，赓续中华文明，提升民族自信的效益是不可估量的。

29、高精度金属文物无损腐蚀分析柔性SERS传感基底

所属院系：材料学院

成果简介：脆弱青铜文物表面腐蚀分析,是判断脆弱青铜文物表面腐蚀劣化程度确定保护策略的关键环节，但脆弱青铜器表面锈蚀严重，强度低，粗糙且有开裂及锈蚀孔，难以使用普通方法采集分析试样，同时，以破坏方式采样也是违背文物保护基本原则的。

本项目研发的柔性 SERS 基底可实现对器物表面锈蚀成分高精度，高灵敏度原位无损分析，解决了脆弱文物取样困难无法实现组份高精度原位分析的难题，检测精度可达到10¹⁰，对金属文物表面实现单分子水平诊断。科技查新及文献检索结果显示，未见同类产品用于金属文物报名的固相原位分析。

应用情况：本团队所研发的智能 SERS 柔性基底，在金属文物表面无损分析领域具有开创性应用。该柔性基底的分析基于先进的光谱分析技术，通过非侵入性方式，无需取样，实现原位高精度高灵敏度腐蚀分析，可获取金属文物表面的化学组成、腐蚀深度、保护层状态等关键信息。

在具体应用场景中，研究人员仅需将智能材料轻轻贴合于金属文物表面，即可实现对其表面的精准分析。操作简单，结果准确，为文物保护和修复工作提供科学依据。

该 SERS 柔性基底的测试精度与灵敏度已在实验室模拟样品，和文博单位的真实文物中获得验证，实测模拟样品与真实文物超过 100 件。

效益分析：

文物保护价值:通过金属文物表面的无损分析，有效避免了传统取样方法对文物的破坏，对于保护人类文化遗产、传承历史文化具有重要意义。

成本节约：无需复杂的取样和修复流程，该智能材料的应用大大减少了文物保护和修复的成本。提升文物保护工作的效率，降低了文物保护的时间投入，使得更多珍贵文物能够得到有效的保护和修复。数据精确性:采用高精度光谱分析技术，确保了分析结果的准确性和可靠性。这为文物保护工作提供了科学依据，有助于制定更加精准的文物保护和修复方案。操作简便:使用过程简单易懂，无需专业人员进行复杂操作。这降低了文物保护的技术门槛，使得更多人员能够参与到文物保护工作中来。

综上所述，本研究团队所研发的智能材料在金属文物表面无损分析领域具有显著的应用价值和经济效益。该材料的应用不仅有助于保护人类文化遗产、传承历史文化，还提升了文物保护工作的效率和准确性。

30、一种新能源汽车轻量化碳基微珠材料界面改性技术

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：申请人自主设计搭建了一套多物理场耦合的原位 X 射线光电子能谱测试平台，系统研究了碳材料在多相界面间的载流子输运、迁移规律及调控机制，使碳材料的界面改性合成高度可控。在此研究基础上，利用碳材料对空心玻璃微珠进行改性，成功制备了碳基玻璃微珠材料。这类材料以其优异的物理、化学特性在新能源汽车轻量化过程中起到了不可替代的作用。在新能源汽车电池包中加入碳基微珠材料后可以有效降低比重，降幅达 10%，而且由于微珠的特性使电池包耐腐蚀性、抗裂性能增强；作为装饰件填充材料时，除了可以降低使用成本、减轻重量以外，还可以提升隔音性能、抗冲击性能等。

应用情况：在电池包方面，将空心微珠用碳材料包覆后，替代部分环氧树脂填入外壳中，实现了电池外壳重量减轻，且不影响其他力学性能。空心玻璃微珠的规则球形结构使得其在树脂中具有良好的流动性及分散性，提高灌封胶的填充率和均匀性。而且空心玻璃微珠具有优良的电绝缘性能，在灌封胶中添加空心玻璃微珠后，进一步提高了电池包的电绝缘性能。经实际使用环境测试发现，由于整体重量的减轻，使得电池包在工作过程中负担减小，在长时间的测试下，密封胶疲劳和老化的速度也明显下降。在装饰件和结构件方面，空心微珠的熔点高，高温下不分解，这有助于提高制品的热稳定性和阻燃性，以确保车辆在极端条件下的安全运行。目前与宇通集团、比亚迪集团联合参与，攻关新型碳材料增强的特种空心微珠制备技术用于新能源汽车轻量化装饰件和电池包密封胶。

效益分析：

电池包占据新能源汽车整车重量的 20%以上，成本占整车高达 30-60%，是汽车轻量化重要方向之一。使用空心玻璃微珠替代部分填料，实现了电池包重量的显著降低，对整车减重效果明显。新能源汽车减重能够显著提升续航里程。纯电动汽车每减重 10 公斤，其续航里程便能增加 2.5 公里。这一优势对于电动汽车的市场竞争力至关重要。其次，减重有助于降低新能源汽车的生产成本。同时，轻量化材料的应用还可以提高生产效率，缩短生产周期，进一步降低生产成本。最后，新能源汽车的减重对于实现国家的“双碳”目标也具有积极意义。通过减轻车身重量，可以减少新能源汽车的能源消耗和碳排放量，从而有助于实现国家的节能减排目标。

31、己二酸二甲酯低压加氢制备1,6-己二醇高活性工业催化剂

所属院系：化工学院

成果简介：郑州大学绿色化工研究所通过探究催化材料的构效关系，进而改进催化剂配方与制备方法，实现了高活性高稳定性铜基催化剂的制备，其催化反应压力在国外现有技术（6-8 MPa）的基础上降低至2.3-3 MPa，反应温度由230℃降低至 190-210℃，氢酯摩尔比降至 150 以下，不仅显著提高了工艺的安全性，还大幅降低了 1,6-己二醇的生产能耗和碳排放。此外，在此基础上，课题组还对于己二酸二甲酯低压加氢催化剂制备及成型、己二酸二甲酯加氢工艺优化以及相关产品的分离提纯等进行深入研究，得到了系统、详实的基础数据和工艺控制参数，已初步完成单管中试。

应用情况：郑州大学绿色化工研究所开发的低压催化加氢生产 1,6-己二醇的工艺条件与草酸二甲酯加氢制备乙二醇要求较为吻合，现有乙二醇工业装置基本能够满足该项目的中试实验研究和工业化生产需求。另外，也可为相关企业提供更为节能先进的己二醇生产技术，有利于进一步完善企业产业结构，提高企业创新力、竞争力和抗市场风险能力。

效益分析：本项目上游己二酸、甲醇等原料的产能较大，原材料市场供应充裕，下游应用领域广泛，市场潜力巨大，且与原材料相比，1,6-己二醇产品的利润附加值较高，具有较为显著的经济效益。

32、用于太阳能光伏板耐污涂料

所属院系：化工学院

成果简介：针对太阳能光伏板在室外长期使用过程中容易被灰尘污染覆盖，影响光伏发电的效率。本产品采用改性的方法降低光伏板表面涂层表面能，使水和灰尘都不易附着到涂层表面，在不影响光透过率的前提下大大延长涂层表面的污染速度，增强涂层表面易清洁程度。该产品目前国内外市场均为空白。

应用情况：目前已经顺利实现在实验室小批量生产，工艺过程和产品质量稳定，完成了实验室研制产品的测试。

效益分析：因为产品属于填补市场空白，如果通过应用认可，可以独占市场。

33、一种新型高稳定防灭火凝胶泡沫

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：本成果研发了一种新型高稳定的防灭火凝胶泡沫，其采用天然大分子多糖作为基质，金属离子作为交联剂，具备防火与灭火两种功能的同时具有较好的环保性。该凝胶泡沫稳定性较强，在室温下消泡半衰期可达 45 天以上。

同时具有成膜性，泡沫干燥后会留下干燥的泡沫骨架，阻止物体与空气接触以达到持续预防的效果，尤其对于煤炭氧化的抑制率可达 40%。其在 100° C 环境下 1h 保水率可达 90%，相比于传统泡沫极大的提高了灭火效率。本凝胶泡沫材料具有结构稳定、隔热性能好、保水性能好、抑制性好等优点，能适应各类复杂环境，可广泛应用于可能发生固体火灾的场景，对新型防灭火材料的研究有重要的现实意义。

应用情况：该凝胶泡沫主要应用于固体火灾的预防与扑灭。其中一个典型场景是预防煤矿采空区中煤炭的氧化自燃，由于凝胶泡沫具有流量大、覆盖面广、稳定性强等优点，是治理煤炭自燃的最好方式。此外还能在森林火灾扑救、高风险工业火灾和交通工具火灾方面广泛应用。

效益分析：该产品使用的原料成本低廉，均为成熟的工业级量产产品；制备流程简单，制备全流程均在常温常压下进行，生产设备成本低，且无有毒有害物质产生，有较低的人力成本；其成品为液态，腐蚀性较低，可采用桶装运输，运输储存成本低。因此其整体成本较低，价格变动性小。该产品在市面上暂无同类型产品，但需求量大，在特定应用环境下拥有独特优势，若将传统泡沫替换为凝胶泡沫，可获得很高的投资回报比率。

34、建筑用不锈钢夹芯材料的设计，加工及产业化

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：钢结构装配式建筑是目前国家重点发展的领域，不锈钢芯板比刚度高，是理想的装配式建筑基材。目前在制备不锈钢芯板时采用的是热风铜钎焊，高昂的基础设备投入成本是其主要推广的障碍之一。本成果采用新型的焊接工艺，大大降低了钎焊炉等基础投入。生产出的不锈钢芯板与热风铜钎焊在性能指标上相同。

应用情况：钢结构装配式建筑，如长沙远大主营的“活楼”。舟桥系统，南北极科考站、海上钻井平台等需要比刚度较高的建筑。

效益分析：大规模产业化以后，其成本基本等同于不锈钢以及加工电费，投入基础的工装夹具以及激光焊接机。产出效益极大。

35、芳纶纳米纤维的快速制备及其气凝胶薄膜的电磁屏蔽应用

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：本项成果涵盖了芳纶纳米纤维（ANF）的快速制备以及 ANF ANF 的快速制备方，基于传统 ANF 去质子化制备的基础上，开发了 ANF 面的一锅法球磨辅助去质子化剥离大规模高效制备，整体制备时间少于 2h, ANF 溶液浓度 0-40 mg/mL，ANF 纤维直径< 5nm，工艺具有简化流程、易于操作等优势，有望成为规模化制备的主流方法。ANF 气凝胶薄膜的碳化电磁屏蔽应用方面，利用了 ANF 溶液的再质子交联凝胶化特点和多刚性苯环分子链结构，通过大面积刮涂工艺和溶胶-凝胶转化工艺，得到表层致密皮层，内部三维纤维网络的皮芯结构 ANF 气凝胶薄膜，通过高温碳化处理，实现气凝胶纤维网络的导电化，通过调控气凝胶薄膜厚度，实现 30-60 dB电磁屏蔽性能。

应用情况：通过去质子化剥离芳纶纤维制备的 ANF，不仅保持了宏观芳纶纤维的优异力学性能和耐高温性，而且表现出纳米尺度、大长径比和高比表面积等纳米材料特征，在柔性电子、航空航天、能源等领域拥有巨大的应用前景。相比与传统的 7 天法去质子化工艺，球磨辅助去质子化工艺在制备效率和制备的 ANF 质量方面均有显著提升，具有简化流程、易于操作等优势，有望成为规模化制备的主流方法。

另一方面，电磁辐射对军事领域的安全性以及高端仪器的精确性造成巨大影响，同时对人们的身体健康也构成严重威胁，质轻超薄的碳化 ANF 气凝胶薄膜电磁屏蔽材料在航空航天、智能电子及无线通信等特殊领域都有广阔的应用前景。目前上述两项成果暂无应用合作情况和转化。

效益分析：

经济效益：

球磨辅助去质子化快速高效制备 ANF 成果方面，该方法具有简化流程、易于操作等优势，提高效率降低成本，有望成为规模化制备的主流方法；ANF 碳化气凝胶薄膜电磁屏蔽应用成果方面，其制备方法操作简便，成本低廉，操作简单且性能优异，并具有良好的可控性。

社会效益：

开发的 ANF 的快速制备工艺，有望打破 ANF 基产品受到其制备效率低下的卡脖子限制，为 ANF 基产品拓宽了应用前景；ANF 碳化气凝胶薄膜的电磁屏蔽应用，有望解决航空航天领域电子产品件的电磁干扰问题，助力航空航天事业发展。

生态效益：

ANF 球磨辅助快速制备方法中，有效减少了有机有毒溶剂的使用和暴露时间，避免了生态环境污染；ANF 碳化气凝胶薄膜的电磁屏蔽应用，可以有效解决电磁辐射污染

36、一种高性能超高分子量聚乙烯人工关节材料及其制备技术

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：本项目针对超高分子量聚乙烯（UHMWPE）人工关节衬垫材料的磨损、氧化以及细菌感染问题，提出了一种统筹兼顾其耐磨性、氧化稳定性及抗感染能力的技术：采用天然抗氧化剂茶多酚掺杂 UHMWPE，结合化学交联技术，在保证材料优异耐磨性的前提下，提高其抗氧化性；同时，利用 UHMWPE 的体积排斥效应，在加工过程中构建茶多酚递送网络，并在其中引入亲水聚氧化乙烯（PEO），通过PEO 与茶多酚共同形成的孔喉结构及其溶胀溶蚀作用调控茶多酚的释放，提升材料的长期抗菌性。

技术指标如下：

性能	指标	测试标准
拉伸断裂强度	＞ 27 MP a	ASTM D638
断裂伸长率	＞ 250 %	ASTM D638
缺口冲击强度	＞ 25 kJ/m2	ASTM F648
氧化诱导时间	＞ 30 min	ASTM D3895
抑菌率	＞ 98%	WS/T 650
体外细胞活性	＞ 80%	GB/T-16886

该成果相比国外专利保护成果具有明显优势。

应用情况：UHMWPE 作为人工关节内衬材料获临床应

用已有半个多世纪，影响其使用性能和服役寿命的关键是耐磨性、氧化稳定性和力学性能。尽管国际骨科公司针对材料的磨损和氧化问题进行了产品升级，然而现有辐照交联技术与掺杂抗氧化剂消灭自由基之间存在

矛盾，难以统筹兼顾上述关键性能。此外，关节假体周围感染是人工关节置换术后的灾难性并发症，顽固细菌定植的患者反复感染死亡率高达50%。随着人口老龄化加剧，结合国家政策的支持和市场快速增长的优势，高性能 UHMWPE 人工关节材料具有广阔的应用前景。计划与河南省驼人集团以及骨科材料龙头企业山东威高股份有限公司联合，实现高性能 UHMWPE 人工关节衬垫材料的工程转化。

效益分析：社会效益方面，高性能超高分子量聚乙烯（UHMWPE）材料的应用显著提升了人工关节的使用寿命，减少了术后并发症的发生，有望改善了患者的日常生活质量，降低长期医疗成本。随着中国医疗体系的不断完善和居民健康意识的提高，关节手术渗透率正快速上升。2019 年，关节类植入医疗器械市场规模已达 92 亿元，同比增长 22.9%，2015-2019 年的复合增长率高达 20.7%。预计未来几年这一市场将继续扩大，以满足日益增长的医疗需求。

经济效益方面，据统计，山东威高关节类产品收入从2021 年的 406.56 亿元增长至 1155.44 亿元，年均增速超过40%，毛利率维持在 67%左右。这表明高性能 UHMWPE 材料的研发对企业的盈利能力有显著促进作用。同时，研发成果将进一步推动整个行业的技术创新，增强国产产品的竞争力。

37、耐海洋环境宽频电磁屏蔽橡胶片

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：本项科研成果着重解决了复杂弯曲空间（如窗缝、门缝等）的电磁密封难题，有效抵御电磁波干扰与侦测，为设施和装备提供可靠的防护屏障。该产品的关键技术自主可控且稳定供应。成果突破了屏蔽材料领域的三大关键问题：其一，显著提升了屏蔽材料在海洋高盐高湿环境下的耐腐蚀性能，有效解决了传统材料易被腐蚀的难题；其二，通过技术创新，成功实现了在全频段范围内工作的同时，始终维持高屏蔽效能，克服了以往难以兼顾二者的技术瓶颈；其三，针对复杂多变的环境条件，优化了密封性能，确保在各类恶劣环境下均能实现高效密封。经严格测试验证，屏蔽性能卓越，在历经 1000 小时铜加速盐雾试验、400 小时紫外老化以及 500 小时高低温高湿循环测试后，于宽频段（10MHz - 18GHz）内，仍可稳定保持 70dB 以上的屏蔽效能，展现出了极强的环境适应性和可靠性。

应用情况：已在相关单位应用，有应用证明。

效益分析：

技术优势效益：经过上百次迭代确定的配方，使产品在加工工艺和配方改善方面具有领先优势。厚度误差控制在0.2mm 以内，保障了产品的高精度和稳定性，这不仅能提升产品质量，减少因厚度不均等问题导致的次品率，降低生产成本。

生产能力效益：能够实现批量化生产。

成本效益：在同类产品中展现出显著的价格优势。

自主可控效益：所有生产仪器和产品原料均为国产，从根本上避免了战时可能遭遇的生产困难和“卡脖子”问题。

38、环己基苯关键催化技术开发与应用

所属院系：河南先进技术研究院

成果简介：环己基苯是一种重要的化工中间体，可以通过氢过氧化反应制备苯酚和环己酮，与异丙苯过氧化生产苯酚的工艺不同，环己基苯氢过氧化路线提供了一条不存在丙酮副产物过剩的苯酚生产工艺路线，且避免使用昂贵的丙烯为原料。本成果技术以金属-酸协同催化苯加氢烷基化制备环己基苯（CHB），可以实现烷基化产物选择性大于 80%，CHB收率大于 40%。催化剂再生技术可确保催化剂能够循环利用5 次以上，没有明显失活。目前已完成对苯加氢烷基化反应工序、产品分离工序、原料循环回收工序进行整体装置工艺的设计。催化剂 M/Zeolite 合成技术成熟，小试结果稳定，李宇推广应用。

应用情况：环己基苯作为一种重要的化工中间体，可作高沸点溶剂，除用于塑料、涂料等传统领域外，还可用于锂电池、液晶材料等领域，是一种高附加值、市场前景广阔的精细化工产品。该项目所涉及的催化剂关键技术开发，对加速工业化进程，解决我国环己基苯供需关系不足提供强有力的技术支撑。

效益分析：国内有 170 多家环己基苯供货商，但绝大多数是试剂厂家，而真正实现环己基苯工业化且产量较大的企业不足 5 家。2020 年国内环己基苯的年产量约 204 吨，而售价高达 13-15 万元/t，附加值非常高。环己基苯的催化技术及生产工艺的开发成功，将会极大促进我国在新能源电动汽车、涂料、苯酚环己酮联产等领域的高质量发展。

39、极性抗菌聚烯烃材料制备

所属院系：化学学院

成果简介：聚烯烃材料由于其多方面优异的物理化学性能已经应用到人类社会生产生活的各个方面。然而，聚烯烃材料非极性的性质也限制了它们在某些领域的应用，因此需要在聚烯烃材料中引入极性官能团。

技术创新点：我们发展了一系列原创的催化剂可以在温和条件下高效制备一系列含有不同极性官能团的极性抗菌聚烯烃材料。不同极性官能团的引入，可以带来系列全新的功能:亲水性、染色性、增容性、粘附性、交联性、抗菌性、阻燃性、自修复性、等等。

应用情况：因其具有优良的高透明性、高耐热性和抗菌性而广泛应用于镜头及液晶显示屏用导光板、包装材料领域、医疗导管领域和电子器件领域。

效益分析：该产品主要依靠乙烯作为原材料，完全可以使用现有的聚乙烯收到及装置，因此该技术具有生产工艺简单，收益投资比极高的特点。

40、一种适用于多形貌样品的应力腐蚀测试装置

所属院系：物理学院

成果简介：本实用新型公开了一种适用于多形貌样品的应力腐蚀测试装置，旨在解决现有装置无法适用于不同形状尺寸样品的技术问题。其包括上端夹具、下端夹具及位于两者之间的用以盛放腐蚀溶液的腐蚀容器；所述腐蚀容器为顶部敞口的腔体，且其底部设有匹配于待测样件形状的贯穿口，使用时，待测样品穿设于所述腐蚀容器中，其上端固定于所述上端夹具，其下端穿过所述贯穿口后固定于所述下端夹具。本设计装置结构简单，操作容易，通过改变所述腐蚀容器腔体底部与样品粘合处贯穿口形状大小，可有效适应不同形状样品，大大提高工作效率。

应用情况：应力腐蚀是指材料、机械零件或构件在静应力和腐蚀的共同作用下产生的失效现象。因此，对于易产生应力腐蚀开裂的工业应用构件，如高强度铝合金、不锈钢、切割用钢材料以及焊接等结构件，均需要对其应力腐蚀性能进行监测和评估。但由于工业构件结构的复杂性，不同材料与构件的应力测试方法不一致，而本项目开发的适用于多形貌样品的应力腐蚀测试装置结构简单，操作容易，可有效适应不同形状样品，大大提高工作效率。

目前，本项目开发的适用于多形貌样品的应力腐蚀测试装置成果已成功应用于河南金辉聚合新材料有限公司的装饰用铝复合板材的应力腐蚀性能测试；应用于株洲时代金属制造有限公司的轨道交通电气柜体用铝合金腐蚀行为的研究；应用于株洲中车时代电气股份有限公司不同奥氏体不锈钢、异种铝合金焊接接头、牵引变流器、铆钉等构件的应力腐蚀性能评估；应用于河南恒创能科金属制品有限公司的晶圆切割金刚线母线的腐蚀性能研究等。

截止目前的横向合作项目的合同经费超过 226.86 万元，累计到账经费 151.86 万。

效益分析：由于应力腐蚀而引起的裂纹是在没有任何明显宏观变形更无任何征兆的情况下发生的，所以其破坏具有突发性。裂纹往往又深入到金属内部，一旦发生也很难修复，有时只能整台设备报废。因此，对金属构件进行应力腐蚀监测和评估意义重大。

本项目开发的适用于多形貌样品的应力腐蚀测试装置能够在石油石化行业、航空航天和国防工业、电力和能源行业、交通运输、建筑装饰等领域具有巨大的应用前景，前期投入约 100~300 万用于设备的生产及构件应力腐蚀性能的评估和预测，每年可以为企业避免产生数十亿元的经济损失。

41、全降解镁合金脑血管支架产品

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：我国脑卒中致残致死率高居首位，支架植入是临床治疗的重要手段，然而支架长期存留血管容易导致血管舒缩功能障碍、引发晚期不良事件发生。相较不可降解支架，镁合金支架具有优异的生物相容性和强韧性能等独特优势，但治疗缺血性脑卒中面临降解和组织修复再生不适配的瓶颈问题，限制了其在临床的应用。

本项目依托科研项目开展技术攻关，成功突破高性能镁合金微管制备、支架结构优化、专属涂层开发等关键技术，制备出实现全降解镁合金脑血管支架产品。初期动物实验显示，支架植入实验动物三个月后已完成内皮化，主体结构保持完整，未发现明显的血栓和严重的内膜增生。本支架产品已展现出可靠性和良好的临床应用前景。

应用情况：镁合金脑血管支架主要用于治疗缺血性脑血管疾病，这些疾病往往需要通过支架植入以实现血管的完全再通，而镁合金脑血管支架凭借其可降解性和良好的生物相容性，成为了治疗此类疾病的重要选择。在已有的镁合金冠脉支架产品中，镁合金支架表现出了良好的临床安全性和有效性，这为镁合金脑血管支架的临床应用奠定了坚实的基础，也为其商业化推广提供了有力的支持。

在镁合金脑血管支架的研发和应用过程中，涉及到多方面的合作，需要科研机构、医疗机构、企业等各方力量共同参与，形成了产学研用紧密结合的合作模式。本项目团队针对镁合金脑血管支架产品取得了一系列专利技术，相关支架产品已开展动物实验并取得较好效果，相关成果具备较高的转化价值。

效益分析：镁合金脑血管支架产品相关技术已在实验室取得突破，正在进行技术放大验证并取得初步进展。但作为一种新兴的医疗器械，镁合金脑血管支架的临床应用需经过国家相关部门审查、审批，此过程需要投入较大资金。

镁合金脑血管支架属创新性医疗器械产品，国内外尚未有类似产品面世，市场潜力大，潜在经济效益高。该产品可以有效治疗脑血管疾病，提高患者的生活质量。与传统的永久性金属支架相比，镁合金支架可以减少患者的长期治疗费用，减轻医疗负担。镁合金脑血管支架的研发和应用将推动医疗技术的进步和创新，具有巨大的经济与社会效益。

42、面向油性污水处理的聚合物基三维多孔油水分离材料

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本项目研发的聚合物基三维多孔油水分离材料是一种新型环保吸附材料，基于自身优异的油水分离性能如油水分离选择性好、饱和吸附容量高、吸附速率快、重复使用性能佳等，在原位处理大面积油性污水时具有独特的优势。作为新型浮油收集器的关键组成部分，低廉的价格使其具有良好的市场竞争力。

应用情况：已通过普通方式专利实施许可进行技术转让（转化经费合计20.6万元），与企业合作研发新型浮油收集器。

效益分析：本项目开发的聚合物基三维多孔油水分离材料作为新型浮油收集器的关键结构部件，可用于工业油性废水、有机化学品泄漏等水体污染的高效处理，实际应用将产生良好的经济效益和环境效益。

43、基于生物基聚酰胺水凝胶的3D打印伤口敷料

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本项目拟开发一种基于生物基聚酰胺弹性体（TPAE）的新型智能医用伤口敷料，结合数字光处理（DLP）高效 3D 打印技术，实现个性化定制：1.功能用途：TPAE材料具备优异的柔韧性、耐磨性、生物相容性和药物控释/缓释功能，适用于伤口敷料及增材制造领域；2.技术指标：材料拉伸强度 ≥ 500 kPa，断裂伸长率 $\geq 150\%$ ；3.技术创新点：通过亲水性及双键改性，制备具有药物控释/缓释功能的光固化 TPAE 材料，并通过 DLP 打印技术实现关节伤口敷料的个性化定制；4.优势：相比传统水凝胶，TPAE 敷料力学性能更优、耐久性更强，且可实现高精度 3D 打印，具有高性价比及广阔市场前景，助力医疗和高端制造领域的发展。

应用情况：本项目成果在医用伤口敷料和高精度 3D 打印领域具备广泛应用场景。TPAE 水凝胶因其优异的柔韧性、生物相容性和药物控释/缓释功能，适用于复杂创面和关节部位的个性化定制敷料；在增材制造领域，其高强度和精度特性使其适用于医疗器械、定制化植入物等高端制造。项目与河南先宁新材料科技研究院有限公司、河南医工智能科技有限公司、郑州大学第二附属医院等多家医疗器械企业、3D打印技术公司和科研单位建立合作，推动材料在医用敷料和数字化制造中的实际应用。目前已完成生物基聚酰胺弹性体生产技术的小规模转化，相关产品正处于性能优化和动物实验阶段，为下一步产业化奠定了基础，同时申请了多项专利，增强了市场竞争力。

效益分析：本项目投入与产出效益显著，总投资主要集中在研发费用、设备采购、试验材料及人力成本上，累计投入约 300 万元。项目通过研发具药物控释/缓释功能的 TPAE水凝胶及其 DLP 打印墨水，实现技术突破，产品附加值大幅提升。经测算，TPAE 水凝胶成本价格约 7-8 万元/吨，市场售价可达 20 万元/吨；用于伤口敷料的 DLP 打印墨水成本价格约 15 万元/吨，售价高达 100 万元/吨，单吨水凝胶利润超10 万元，DLP 打印墨水单吨利润超 50 万元。预计项目全面产业化后，年产值可达 1 亿元，利润超过 3000 万元。同时，该项目填补了国内高端 TPAE 医用材料的空白，降低进口依赖，提升了企业技术竞争力和市场占有率，经济、社会和环境效益显著。

44、高熵无毒钙钛矿量子点柔性显示薄膜

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：采用自主开发的高能球磨制备技术，研发出新型无毒钙钛矿量子点膜，具有更低成本，更高亮度，可提升显示器色域至 110%NTSC 以上。

针对生产效率低、产品寿命低、发光性能差的三大痛点。

团队采用高能球磨固相法室温下一步合成，制备工艺简单、合成高效、污染排放少，且大幅提高薄膜生产效率和良率；引入“高熵”概念，利用高熵钙钛矿四个高熵核心效应，降低产品毒性同时提升稳定性；引入稀土元素，利用其独特的 4f能级轨道扩大色域范围、提高发光亮度。

应用情况：量子点膜在液晶电视、智能手机等产品中提供更鲜艳、更细腻的色彩表现和更高的图像质量。由于薄膜柔性、高亮度和高对比度等特性为专业显示领域包括广告显示屏、户外大屏幕等领域在不同环境下提供出色的图像质量和可视性。

目前已与郑州泰诺薄膜材料签订代加工协议，与深圳艾比森光电股份有限公司等进行合作。

效益分析：项目具有原料来源广泛、工艺流程简单、成本低、生产耗能小、环境污染小等特点，所得产品质优、价廉，具有很强的市场竞争力，成果一旦被企业接收和投产，将获得很大的利润空间。项目经中试投产后，制备成本比传统制备方法下降 20%以上，推动显示和照明等相关行业用前沿新材料的发展。

45、K₂SiF₆:Mn⁴⁺大尺寸红光发光单晶的溶液降温生长技术

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：

功能用途：K₂SiF₆:Mn⁴⁺是一种重要的、已商业化应用的白光 LED 液晶显示背光源用红光发光材料。

技术指标：目前商业产品都是微米多晶粉体；采用本技术所拥有的专利方法，可在溶液中通过程序控温降温生长出高质量 K₂SiF₆:Mn⁴⁺红光晶体，实现主发射波长 630 nm，吸收效率>90%，内量子效率>90%，外量子效率>75%，尺寸达1-2 厘米，热猝灭温度>500 K。

技术创新点与优势：① 本技术所得K₂SiF₆:Mn⁴⁺的形态为大尺寸晶体，不是目前商业上已可得的微米粉体，可实现高导热与远程封装；② 本技术采用的程序控温降温手段来生长晶体，拥有核心专利，且可避免如溶剂挥发法等其他晶体生长方法中存在的 HF 挥发、溶液中 Mn⁴⁺水解劣化等不足。

应用情况：

应用场景：K₂SiF₆:Mn⁴⁺属于氟化物体系红光荧光粉，因其具有合适的激发峰带宽以及激发光谱与蓝光芯片良好的匹配度，在应用于照明产品时，可以完全克服掉现有 CaAlSiN₃:Eu²⁺红粉因二次吸收（重吸收）导致的光效大幅下降；另外，K₂SiF₆:Mn⁴⁺红粉的线发射谱的光谱特征（半高宽约 3 nm）使得其在液晶背光应用中可以大幅提升色域。因此 K₂SiF₆:Mn⁴⁺荧光粉在照明和显示行业都具有广泛的应用

前景。目前，我国大型上市白光 LED 封装企业都通过获取美国通用电气公司专利授权方式生产和使用该荧光粉。K₂SiF₆:Mn⁴⁺4+荧光粉在高温高湿环境下会发生非常严重的劣化，表现为亮度衰减和色漂，这一技术痛点事实上是阻碍该红粉推广应用的核心问题。本技术所制备的 K₂SiF₆:Mn⁴⁺大尺寸红光晶体，可表现出比商业微米粉体显著更优的耐水解劣化性能。

应用合作情况与转化情况：目前拥有该专利技术，尚未专利转化。

效益分析：

投入：实验原料用于配置合成 K₂SiF₆:Mn⁴⁺；HF 酸溶液；可实现程序降温的低温反应设备；耐 HF 酸腐蚀的溶液聚四氟乙烯盛具；通风橱；烘箱；水电；中和 HF 酸废液的化合物如碳酸钙等。

产出：当前 K₂SiF₆:Mn⁴⁺售价约 10 元/克，国内目前出货量约 100 公斤/年。

46 、一种石墨相氮化碳纳米片多孔材料及其制备方法和应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本成果涉及一种石墨相氮化碳（g-C₃N₄纳米片多孔材料及其制备方法和应用。成果综合利用酸化处理、气体模板剂嵌入、煅烧的处理方法制备g-C₃N₄ 纳米片，g-C₃N₄纳米片的厚度小于 50 nm、平均厚度 5-7 nm，比表面积达到 63.7m²/g；所得产物为由纳米片组成的多孔结构，不仅增加了材料的比表面积，也暴露出了更多的活性位点，具有更好的捕获能力，因而现出更高的光催化活性。以 300W 氙灯为光源、罗丹明 B（10 mg/L，100 ml）为降解对象、g-C₃N₄纳米片（100 mg）为光催化剂，经 50min 光照后，可实现罗丹明 B 的完全降解。因此，在光催化降解有机污染物等领域具有良好的应用前景。

应用情况：本成果提供的 g-C₃N₄纳米片多孔材料，具有多孔结构，比表面积大，从而暴露了更多的活性位点，具有较高的光催化活性；该 g-C₃N₄ 纳米片多孔材料可以有效地分离电子和空穴，降低了光生载流子的复合几率，从而提高了光催化性能。因而，在光催化领域，如光催化降解有机污染物、光催化产氢、和光催化还原 CO₂等，具有良好的应用前景。

效益分析：该技术制备的 g-C₃N₄纳米片用于染料废水、136药厂废水等的处理时，处理成本低、效果好；而且产品的生产成本低（约 10 万元/吨），与目前商用 TiO₂(如德国德固赛P25)的市场售价（30-65 万元/吨）相比具有极大的竞争优势。

47、基于微晶菱镁矿的纳米氧化镁合成及其生物医学应用研究

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：包括基于微晶菱镁矿的纳米氧化镁合成及其生物医学应用研究：①纳米氧化镁粉体；②纳米氧化镁抗菌性能研究；③纳米氧化镁生物相容性研究；④抗菌剂和组织工程应用。

主要成果包括以西藏微晶质菱镁矿为起始矿物原料，通过水解浸出工艺的调控制备得到了高纯度的六水合硝酸镁晶体。并以水解浸出合成的六水合硝酸镁为原料，柠檬酸，甘氨酸和尿素等作为燃料基于溶液燃烧和微波诱导燃烧的方法，采用不同制备工艺合成了具有不同微观结构与形貌的纳米氧化镁材料。并且通过合成工艺的调控制备得到了具有高效抗菌能力的纳米氧化镁颗粒，为氧化镁生物抗菌材料的制备和发展提供了理论和指导。此外，溶液燃烧和微波诱导燃烧合成技术简单便捷、适用性强且制备的氧化物材料具有优异的理化性能(粒径小，比表面积大等)，有望用于制备更多类型的氧化物和复合氧化物材料，从而实现更广阔的应用。

应用情况：基于微晶菱镁矿为原始矿物原料，溶液燃烧法合成的纳米氧化镁具有粒径小、比表面积大，高反应活性的特点且性能稳定，制备成本低。因此，该方法制备的纳米氧化镁可以被应用于体外抗菌，植物肥料，镁质元素补充剂等。

体外抗菌：体外抗菌实验表明采用柠檬酸为燃料微波诱导溶液燃烧合成的具有立方相结构的高纯度纳米氧化镁颗粒对于大肠杆菌表现出了优异的抗菌性能。在 100 $\mu\text{g/mL}$ 的样品浓度下，该方法合成的纳米氧化镁对 106 CFU/mL 的大肠杆菌抗菌率为 99.86%，可以有效灭活大肠杆菌。

植物肥料：纳米氧化镁在促进叶绿素的合成，提高作物品质起到非常重要的作用；并且可以影响植物的生长过程，尤其适用于酸化土壤。因此，该方法制备的纳米氧化镁与辽宁营口菱镁化工集团合作应用于复合植物营养液的制备。

效益分析：为了建设先进制造业强国，实现我国镁质材料品质的提升，迫切需要发展高品质、低成本的新型高效的镁质化工材料。本项目自 2021 年起，采用西藏微晶质菱镁矿作为起始矿物原料，使用水解浸出的方法制备得到了六水合硝酸镁晶体。然后以六水合硝酸镁作为原料，通过两种不同的溶液燃烧方法可控制备具有不同微观结构的纳米氧化镁粉体，并通过离子负载的方式合成了锂离子掺杂的纳米氧化镁。最后，研究了不同工艺条件下合成纳米氧化镁粉体的抗菌活性并对其抗菌机制进行了探讨。在此基础上进行材料设计和制备工艺研发。整个过程中与濮耐高温材料股份有限公司长期紧密合作，创新研发了高品质纳米氧化镁，纳米氢氧化镁材料的一体化生产工艺。与辽宁营口菱镁化工集团合作将生产的高品质纳米氧化镁应用于复合植物营养液和镁质元素补充剂的制备。近四年已使用近 0.4 万吨，新增销售额 7200 万元，取得了优良的使用效果和显著的经济效益。

48、基于贝叶斯优化的深度学习加速激光熔覆高熵合金涂层刀具的研究与开发

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：本项目旨在通过常规刀具表面激光熔覆高熵合金以提升高速切削刀具的性能，满足现代制造业对高强度、高硬度、耐磨材料的需求。

性能指标：熔覆层硬度≥850 HV。熔覆层厚度 0.1-1 mm，合金与基体结合强度≥80 MPa。与常用单主元合金相比，提升熔覆层耐磨层耐磨损 1 倍以上，抗腐蚀性能 2 倍以上。

技术创新点：① 基于深度学习的高熵合金硬度预测方法，加速高性能合金的开发；② 激光熔覆技术在刀具表面制备高熵合金涂层，提升刀具寿命与性能；③ 结合有限元仿真优化激光熔覆工艺和热处理，确保涂层质量和耐磨性能。

项目优势：① 提升刀具耐磨性和耐腐蚀性，延长使用寿命，降低加工成本；② 激光熔覆涂层具有较低的稀释率和良好的冶金结合性；③可快速修复涂层损坏，具备广泛的工程应用潜力。

应用情况：

应用场景：

本项目主要应用于高速切削刀具领域及其相关特种装备关键部件，广泛适用于航空航天、汽车制造、机械加工等高端制造行业。通过激光熔覆技术制备的高熵合金涂层，可以显著提升刀具及零部件的耐磨性、抗高温能力和使用寿命，特别适合在极端复杂工况下使用，提升加工效率，降低维护成本。

应用合作情况：

期望与机械制造相关企业建立合作，涉及技术验证、工艺优化和涂层性能提升等方面，以促进项目成果的实际应用和市场推广。

转化情况：

提升。激光熔覆涂层在精密加工中的表现良好，解决了传统刀具材料的磨损和崩刃问题。正在推进技术的进一步优化，计划进行批量生产和推广，期望能够推动技术的产业化应用。

效益分析：

投入分析：

本项目的主要投入包括研发高熵合金及其粉末、优化激光熔覆技术、以及应用深度学习算法的成本。这些投入包括实验设备、材料采购、计算资源、以及研发人员的人工费用。此外，与合作企业的技术适配和市场推广也需投入一定的合作费用。

产出分析：

项目成果将显著提升高速切削刀具的耐磨性和高温稳定性，延长刀具寿命，降低生产成本。通过激光熔覆技术制备的高熵合金涂层，能够提高刀具在极端工况下的性能，从而提升加工效率，减少刀具更换频率和停机时间。预计项目的技术成果将在航空航天、汽车、机械加工等高端制造领域得到广泛应用，带来显著的经济效益。此外，激光熔覆技术还具有涂层修复的优势，有助于降低资源浪费。项目的成功转化不仅推动了刀具技术的升级，也促进了高端制造业的整体发展，具备广阔的市场前景。

49、微生物定位自修复混凝土

所属院系：水利与交通学院

成果简介：微生物定位自修复混凝土材料，是一种创新的新型建筑材料。它集成了微生物技术与混凝土材料科学，实现了混凝土裂缝的自主感知与修复。该材料能智能识别裂缝位置，激活内置微生物群落，通过生物矿化作用生成碳酸钙等沉积物，有效填补并加固裂缝，显著提升结构的耐久性和安全性。技术指标上，其修复效率可达 90%以上，且修复后强度接近原生混凝土。技术创新点在于微生物自修复材料的精准定位与生物矿化过程的智能控制。相比传统修复方法，该技术具有成本低、环保、施工简便及长期自维护等优势，为工程领域带来了绿色、智能的新解决方案。

应用情况：

微生物定位自修复混凝土可应用于桥梁、隧道、建筑外墙等基础设施的易开裂部位，能够实现混凝土结构的自主修复，显著延长使用寿命，降低维修成本。目前，我们已经与河南省水利科技应用中心等机构建立了紧密的合作关系，共同推进技术的优化和应用拓展。

效益分析：微生物定位自修复混凝土与传统混凝土材料相比，其工程建设成本会提高 30%左右，但后期多年的维护成本大幅降低，长远看能够节省 80%的工程维护成本，同时显著提升结构的耐久性与安全性。从目前国际上相似技术的研究成果来看，该技术能够在复杂的工程条件下达到较好的效果，不仅缩短了修复周期，还显著提高了工程质量。随着市场接受度的提升，该技术带来的经济效益将进一步扩大。

50、超轻超强耐高温先进复合材料

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：为满足航空航天、汽车、高端装备等领域对轻质、高强、耐高温复合材料的需求，突破超声速飞行器、高性能航空及火箭发动机等关键部件在耐高温、抗氧化等方面的技术瓶颈，利用放电等离子烧结技术研制了超轻超强金属基复合材料、高熵合金复合材料和超高温陶瓷基复合材料。

研究了复合材料的微观组织演变及其硬度、力学性能的增强机理，首次利用分子动力学模拟铝/石墨烯复合材料的烧结过程与力学行为，阐明了其烧结机理及性能强化机制。与 7075Al 相比，7075Al/Si3N4 的硬度提高 90.5%，屈服强度提升 105.4%，抗拉强度提高 18.8%，磨损率降低 87.0%；与 CoCrFeNiTi 基体相比，Ti(C,N)/CoCrFeNiTi 的硬度提高 61.9%，抗弯强度增加 44.5%，抗压强度提高 40.0%，磨损率下降 72.0%；与单相陶瓷相比，ZrB2-SiC-MoSi2 的硬度和断裂韧性分别提高 57.4%和 81.3%。

应用情况：

在航空航天领域，超轻超强金属基复合材料因其优异的高强度和耐高温性能，适用于飞机机身、火箭发动机部件及其他高负荷部件。高熵合金复合材料在高温高压环境下的稳定性，使其成为航空发动机、航天器及高超声速飞行器的关键材料。

高熵合金复合材料因其良好的耐磨性、抗腐蚀性和高强度，非常适用于高性能汽车，尤其是赛车和电动汽车的零部件，如刹车盘、电池外壳和发动机部件等，能有效提高车辆的耐久性和安全性。

在军事领域，超轻超强金属基复合材料因其抗冲击、耐腐蚀的特点，可用于制造轻型装甲车、军用无人机及防弹材料，提升装备的生存能力和作战效率。

超高温陶瓷基复合材料具有优异的耐高温性能，适合用于高温环境下的工业应用，如燃气轮机、核反应堆等设备的关键部件，能够在极端温度和辐射环境下长期稳定工作。

效益分析：

1.航空航天领域

效益：超轻超强金属基复合材料在航空航天领域的应用，可以大幅提升飞行器的燃油效率和载重能力，降低航天器和航空器的运行成本。高熵合金复合材料在高温高压环境下的性能提升，可以显著提高发动机和火箭发动机的使用寿命和稳定性，减少维修和更换成本。

2.高性能汽车领域

效益：高熵合金复合材料的使用可以减少汽车的整体重量，耐高温、耐磨损的特性还可以提高关键部件如刹车盘、发动机部件的耐用性，延长汽车的使用周期，降低维护成本。

3.超高温陶瓷基复合材料

效益：其优异的耐高温和抗辐射性，可以提高设备的运行效率 and 安全性，延长设备寿命，降低维护和运营成本。

51、全有机高性能聚合物压电复合薄膜及器件

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：旨在解决压电型压力传感器及能量采集器件的可控、规模化制造技术瓶颈，通过高效、连续化高分子微纳加工技术，将不同维度高分子一步组装成异质结构化复合薄膜，为高性能柔性全有机聚合物能量和传感器件设计和制造提供新途径。

技术指标：灵敏度（高达 1065 mV/kPa）、压电系数（76.2pC/N）、功率密度（7.14 mW/m²、服役稳定性（≥ 10000次循环）。

技术创新点与优势：

1.批量化制造与结构调控：通过宏微观结构精细调控，结合力敏结构与极性晶相，大幅提升力-电转换效率，同时利用界面物理交联网络增强器件强度与稳定性。

2.全有机高性能材料：摒弃无机、刚性、有毒填料，实现全有机高分子压电薄膜可控制备，既提升性能又保留柔韧性，为高性能、环保电子器件提供新方案。

应用情况：在批量化制造与结构调控技术的推动下，该复合薄膜材料将广泛应用于多个领域。在智能穿戴设备中，其作为压力传感器，能精准监测用户活动状态，提升设备交互体验。同时，在建筑能量采集系统中，该材料作为关键组件，有效收集环境振动能量，为物联网设备供电。

应用合作方面，已与多家国内外知名企业建立战略合作关系，共同推进技术在智能家居、健康监测等领域的深度应用。此外，通过产学研合作，与高校及研究机构开展联合研发，不断优化材料性能，拓宽应用场景。

在转化方面，有望转化为多款商业化产品，实现从实验室到市场的快速跨越，为高性能柔性全有机聚合物能量转换与传感产业的发展注入了新活力。

效益分析：

投入

研发成本：约 500 万元，包括材料采购与测试（约 10 万元）、先进实验设备的购置与维护（约 300 万元）、研发团队薪酬及福利（约 100 万元）、以及专利申请与知识产权保护费用（约 90 万元，分摊至多个项目）。

生产成本：初期，由于生产线调试、原材料采购量小等因素，单件生产成本较高，约为 50 元/件。随着生产规模扩大，原材料采购成本下降，生产效率提升，预计批量生产后单件成本可降至 20 元/件。

产出

销售收入：预计第一年销售量可达 100 万件，平均售价为 80 元/件，年销售收入为 8000 万元。随着市场推广和品牌影响力提升，预计第二年起销售量每年增长 20%，销售收入相应增长。

利润率：扣除生产、销售、管理及税费后，预计第一年净利润率为 15%，即净利润 1200 万元。随着生产成本的降低和销售收入的增加，预计第二年起净利润率可提升至 20%以上。

52、新型磷系阻燃剂的合成及应用

所属院系：化学学院

成果简介：项目组以简单易得的丙酮为原料，合成新型烯基磷酸酯阻燃剂,该工艺路线国内外均未见报道，具有国际先进性。所用原料较为便宜，合成工艺达公斤级水平，具有较强的应用潜力。项目组以易得的五氧化二磷和氯化铵为原料制出三聚磷腈阻燃剂，合成工艺达到公斤级水平，原料成本低于市场平均水平,对合成条件进行优化，如温度，反应底物摩尔比，催化剂的量等，最终得到最佳合成条件。项目组开发的系列磷系阻燃剂已完成小试。将磷系阻燃剂与木塑各组分进行复配，经正交实验获得最佳配比，得到新型阻燃木塑材料。该材料可以应用于人口密集场所的内部装修和建设。该项目已获国家发明专利授权。项目组设计了无甲醛的磷系阻燃剂和交联剂，开发出适合于纤维织物阻燃整理的一种新型的无甲醛磷系耐久阻燃体系，从根本上解决甲醛释放和耐久阻燃问题。使用该阻燃剂替代传统的卤系阻燃剂处理含棉织物可得达国家二级标准耐久阻燃棉织物。该项目经科技厅成果鉴定。

应用情况：木塑板材利用废弃物（如废弃木材、农作物秸秆，费塑料等）作为原料，既有利于保护森林资源，又有效解决了农作物秸秆露天焚烧的难题，对构建环保节约型社会具有重要现实意义。当木塑复合材料要作为建筑内装饰材料使用时，必须符合国家的相关标准和法律法规。其中，要面临的最大问题是防火性能。目前市场上广泛使用的卤系阻燃剂因为有毒，发烟问题，已经被欧盟禁止使用，磷系阻燃剂具有环境友好，发烟少，低毒高效等优点，因此项目组开发了新型磷系阻燃剂并应用于木塑阻燃。孕妇和婴幼儿的服装多为棉织物，一些装饰材料也是含棉材料，项目组开发的磷系阻燃剂可用于这些棉织物的耐久阻燃。

效益分析：项目组开发的聚磷腈类阻燃剂工艺优,原料成本低于市场平均水平。河南省每年产出秸秆达 8000 万吨。秸秆焚烧不仅造成了资源的巨大浪费,而且还引起了严重的环境污染问题。因此,秸秆作为解决能源短缺的一种可再生资源,急需寻求能够有效利用的方法。以农作物秸秆为原料,进行木塑材料生产就是行之有效的方法之一。作为一个前途美好的新兴产业,中国木塑材料产业刚刚起步。中国若每年能回收 150 万吨废旧塑料用于生产木塑制品,年产量可达近千万吨,由此形成的工业增加值可达 800 亿元。因此,以秸秆和回收塑料为主原料生产阻燃木塑材料,具有广阔市场前景。

美国法律规定孕妇和幼儿的棉织物要求耐久阻燃,且得到有效推广,而在我国耐久阻燃织物尚未得到有效推广,因此项目组开发的棉织物耐久阻燃剂具有较强的市场潜力。我国阻燃织物 70%的产量是用于消防,冶金,化工等部门的防护服,预计每年需要 200 万套。若每套需用 5m^2 ,则需 1000万 m^2 ,再加上室内装璜等,需求量更加可观。

53、一种可视化的基于铁单原子纳米酶纸基智能手机传感器检测马拉硫磷

所属院系：化学学院

成果简介：基于铁单原子纳米酶中其铁原子分散在由多孔碳承载的金属有机框架界面。具有高活性的纳米酶表现出了模拟氧化酶特性,其制备的传感器表现出高灵敏度、超宽检测范围以及超低检测限的马拉硫磷检测性能。首次探索了铁原子纳米酶酶纸基智能手机传感器用于检测马拉硫磷,并实现了食品样本中马拉硫磷的检测。

应用情况：可实现对马拉硫磷可视化检测,可以获得广泛连续的颜色变化,肉眼容易识别;研制了便携式智能手机和无仪器便携式纸基分析装置,实现了马拉硫磷的智能、灵敏检测。此外,提出的便携式智能手机辅助比率荧光传感器使马拉硫磷的定量现场检测成为可能。该传感体系成功制备,实验室环境中具有良好的稳定性和选择性。同时与国标法的检测结果对比后具有一致性,表明该传感器在食品安全监测中智能分析方面具有一定的应用潜力。

效益分析：该方法具有成本效益,并且不需要先进的仪器,可以替代传统方法,同时可以进一步实现高通量的检测。

54、一种极端环境用高温热防护涂层

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：针对重大装备关键金属表面对高温热防护涂层材料提出的迫切需求，开展了新型热防护涂层材料技术研究。掌握了新型高能热防护涂层原材料设计和制备、涂层结构-功能一体化设计、涂层寿命可靠预测等技术方法，突破了陶瓷涂层宏微结构控制、大尺寸薄壁异形件的尺寸稳定性控制等关键技术，研制的新型涂层实现极端高温环境（1200℃~ 1600℃）长时间的有效防护，相关研究成果可应用于关键装备的高温高能热防护。

应用情况：本项目旨在开展新型高温热防护涂层材料研究，预期在新型热防护涂层材料设计理论、超硬机制及热防护机理等方面研究取得突破。将对重点装备急需的关键材料材料突破，如超高音速飞行器热防护及装甲表面防护等领域具有重要的科学意义与应用价值。

效益分析：通常，发动机的燃烧室类型为环形燃烧室，其表面积约为 2.8 平方米。所制备的涂层厚度统一为 200 微米，结合本项目涂层材料密度 8.9g/cm³，所需要的粉体产品为 5 千克，加上后期喷涂损耗，因此大概所需费用为 2.5-3 万元。全球航空发动机产业的年产量基本稳定在 14000 台以上，仅针对航空发动机燃烧室所用热防护涂层材料，市场规模大约在 42 亿元。通过分析喷涂原材料、喷涂工作气体、电力和人力等方面的成本投入，结合高温热防护涂层所带来的效益，本产品的设计具有突出的性价比优势，经济效益十分可观。

55、低成本高性能中熵合金钢

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：

开发了性能更优异的不锈钢：

针对广泛使用的 304 不锈钢屈服强度较低的问题，利用高熵合金的设计思路，开发了一种新型不锈钢：其原材料成本与 304 不锈钢接近、密度相同，在室温和零下 196℃ 时屈服强度约为 304 不锈钢的 1.5 倍，延伸率几乎不变，流动性更好（适合大规模生产），在海水中的耐腐蚀性与 304 不锈钢相当，在硫酸溶液的耐腐蚀性远超 304 不锈钢。

针对广泛使用的 316 不锈钢，开发了一种更耐腐的耐热不锈钢：延伸率与 316 不锈钢相同，室温屈服强度是 316 不锈钢的 2 倍，零下 196℃ 时屈服强度与 316 不锈钢相同，高温屈服强度远超 316 不锈钢，例如 700℃ 的屈服强度约为 316 不锈钢的 3 倍。

应用情况：

应用场景：新能源、海洋新型装备、航空航天、轨道交通设备、高铁、石化、油气输送、化学品船制造、核电等等不锈钢应用领域。

合作情况：本人所在团队正在实验室全面表征上述中熵合金钢的性能，为其工业化应用提供技术参数，包括焊接性能、疲劳性能，冲击韧性、断裂韧性等等。

尚未转化。

效益分析：不锈钢以其优异的功能型和替代型材料广泛应用各个领域，是最具发展前景的材料，与传统的普碳钢相比，不锈钢使用寿命是普碳钢的 3~5 倍，具有耐腐蚀、寿命长、轻量化、100% 可回收利用的绿色属性。中国 2024 年全年不锈钢粗钢产量约 3500 万吨，其中 300 系（Cr-Ni 钢）不锈钢的产量约占 50%，其中最常见是 304 和 316 不锈钢。

在工业重点行业领域进行大规模设备更新的时代背景下，不锈钢作为全生命周期的绿色钢铁材料，符合国家战略和低碳高质量发展的方向，不锈钢的应用领域将会更加多样化和普遍化。因此，对 304 和 316 不锈钢性能的提升产生显著的经济和社会效益，本人所在团队已经对新型中熵合金钢的性能进行初步研究、小试，具有大规模工业应用潜力。

56、低成本高活性柔性全布混合离子电容器

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：以低成本可再生的棉布为唯一原料，通过针对性策略分别设计构筑了超高活性的柔性多孔碳布正极和硬碳碳布负极材料，解决了传统碳布基柔性储能器件中碳布价格高、自重大、无电化学活性的关键问题，大幅提升了器件的能量/功率密度。在此基础上，开发了高能量/功率密度的柔性全编织结构混合离子电容器，其在 119 W/kg (1.08mW/cm²的功率密度下可提供 123 Wh/kg (1.11 mWh/cm²的高能量密度。当功率密度增加到 12152 W/kg (110 mW/cm² 时，能量密度仍高达 88 Wh/kg (0.79 mWh/cm²。其同时具有超长的循环寿命（在 1 A/g 下循环 1000 次，容量保持率为92%），并且在弯曲和裁剪状态下也能提供稳定的能量输出，具有高可靠性和安全性，可广泛应用于下一代的柔性可穿戴电子设备，如手表、柔性传感器、智能服装等。

应用情况：柔性全布混合离子电容器主要设计作为柔性可穿戴设备的柔性电源。如作为智能手表或手环的柔性电源兼腕带，实现长续航和快速充电的同时，还可大幅降低手表重量，实现无感佩戴。亦可集成在智能服装中，可为服装上的传感器、显示器、通信模块等提供能量，同时还能随服装折叠、拉伸而不变形，保证服装的舒适性和功能性。或应用于便携式心电图仪、血糖仪等设备，其柔性可使设备更好地贴合人体部位，方便使用，高能量密度和功率密度可保证设备快速准确地完成检测和分析工作。还可与柔性太阳能电池匹配，形成太阳能转换存储应用为一体的柔性电源，为上述柔性可穿戴设备供电。目前柔性全布混合离子电容器已有初代原型产品，但还未开展应用合作和转化。

效益分析：2024 年全球柔性储能器件的市场规模为 2.96亿美元，相比 2022 年的 1.42 亿美元，复合年增长率为 24.7%。预计到 2025 年，全球柔性储能器件市场规模将接近 3 亿美元。本产品在该领域具有非常强的核心竞争力。

投入：研发方面，还需大量资金用于材料工艺改进及开发定制化产品；原料方面，主要使用低成本生物质棉布；生产设备方面，为常规设备，但需要一定规模的资金投入。

产出：经济效益显著，在高端柔性可穿戴电子产品、医疗产品、智能服装等领域应用可获较高利润。社会效益良好，同时有助于推动相关产业发展。

57、多元混合溶液诱导析晶梯级深度净化制备电池级氧化钒技术

所属院系：中原关键金属实验室

成果简介：钒是国际公认的稀缺资源和战略性关键金属。在“碳中和”、“碳减排”的背景下，全钒液流电池等新型储能方式需求增长强劲。钒作为“能源”金属的绿色价值也愈加显现，而纯度为 99.9%的电池级氧化钒是制备高性能钒基材料的核心。本项目负责人通过研究钒溶液硅磷铬等杂质离子聚集状态，基于不同钒酸盐介稳区特性，建立了多形态钒酸盐的可控结晶方法，同步实现了铬的深度脱除，开发了钒酸盐诱导析晶深度净化技术，形成了以“两沉一溶”为核心的梯级深度净化新工艺，制备纯度大于 99.9%电池级氧化钒。新过程相比传统“三沉两溶”和钙化碳化法，具有流程短、产品纯度高的优势。该成果可为助力郑州大学资源材料“双一流”建设，推动国家和地区钒储能产业新质生产力发展，保障我国关键金属钒持续安全供给提供理论支撑。

应用情况：纯度大于 99.9%的电池级氧化钒是制备全钒液流电池电解液的必备原料。全钒液流电池因其优异的循环稳定性和高效率，适用于大规模储能系统。它能够有效平衡可再生能源的波动性，如风能和太阳能，储存多余电能并在需求高峰时释放。特别适合用于电力负荷调节、微电网和应急电源等场景。此外，全钒液流电池由于其长寿命和较低的环境影响，广泛应用于大型工业、商业建筑和偏远地区的能源储备与管理中。我省拥有龙蟒佰利联、开封时代新能源科技、河南荣佳钒钒科技等行业龙头和知名企业，拥有完整的钒化工新材料产业链，在钒基新能源材料如全钒液流电池等产品方面具有优势，这些产业也是我省的优势产业和新兴产业。本项目团队正与龙蟒佰利联、开封时代新能源科技等企业进行技术合作，联合攻关。

效益分析：本项目采用多元混合溶液梯级深度净化技术，将传统“三沉两溶”工艺优化为“两沉一溶”，大幅缩短了电池级氧化钒的制备流程。该新技术有效去除杂质，实现了电池级氧化钒的短流程清洁制备，显著提升了生产效率，减少了资源消耗和环境污染，符合绿色制造和可持续发展要求。

根据全国上万吨电池级氧化钒需求计算，该技术的推广将推动全钒液流电池产业的快速发展。全钒液流电池广泛应用于可再生能源储存、电网调节等领域，新技术将降低钒资源提纯成本，满足日益增长的市场需求。预计该技术的推广将带动全钒液流电池行业规模接近百亿，推动相关产业链发展，并促进钒资源的高效和高值利用。该技术不仅为电池级氧化钒市场带来积极影响，还将增强我国在全球电池级氧化钒领域的竞争力。总的来说，本项目具有显著的经济效益和环保优势，推动了钒产业的技术创新和绿色能源应用的普及。

58、一种基于多官能团刚性疏水组分的超支化聚合物水下粘合剂及其制备方法和应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本发明公开了一种基于多官能团刚性疏水组分的超支化聚合物水下粘合剂及其制备方法和应用，水下粘合剂为超支化聚合物及其组装体，超支化聚合物以多官能团刚性分子为疏水组分，以邻苯二酚和/或 N-羟基琥珀酰亚胺酯基团两种粘附基团作为侧基；超支化聚合物组装体为超支化聚合物在不良有机溶剂中发生构象变化形成刚性疏水组分轻微聚集的组装体。本发明粘合剂遇水即粘，10s 内形成凝聚层，无需加入任何氧化剂，固化速度快，水下粘附浸泡3 天对陶瓷、玻璃的粘附强度可达 1.1MPa，可以实现在各种水环境中对陶瓷、玻璃、聚甲基丙烯酸甲酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚乙烯、聚四氟乙烯、金属等基材的水下强粘附以及对各种生物组织的粘附。

应用情况：本发明基于多官能团刚性疏水组分的超支化聚合物水下粘合剂，可在短短 10 秒内于水下形成坚固凝聚层，无需任何氧化剂即可实现快速固化。其对陶瓷、玻璃、金属以及多种聚合物材料均能进行高强度粘附，且在浸泡 3天后仍保持优异粘接性能。由于其具有水中高效固化特性，适用于海洋工程、船舶维修、水下管道堵漏等场景，能显著缩短维修停工时间，提升施工作业效率。同时，这种快速固化特性也有利于医疗领域对湿润组织的即时粘合，减少缝合或外部固定装置的使用。在高湿环境下的实验装配、试剂盒封装和野外科学设备的防水密封等方面，该粘合剂还能提供长期稳定的防护效果。

效益分析：本发明在前期需投入科研人员、试验设施及原材料，研发成本相对可控；由于采用一步成型工艺，生产过程简化，能有效降低制造与维护费用。其高效水下粘附性能在海洋工程、船舶维修、水下管道堵漏及医疗行业等拥有广阔市场前景，带来多元化收入渠道。无需氧化剂的快速固化可大幅缩短施工周期并节省人力成本，进而增强企业竞争力与盈利能力。因其高附着力与长期耐水性，可减少后期维护与更换费用，收益回报可观。综合来看，该粘合剂投入适中、产出潜力大，可实现较短时间的回本周期并成为企业新的利润增长点。

59、一种用于多模式柔性传感器的可伸缩抗冻结全物理交联水凝胶材料及其制备方法

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本发明公开了一种用于多模式柔性传感器的可伸缩抗冻结全物理交联水凝胶材料及其制备方法，该水凝胶材料为全物理交联结构的离子导体，包括聚 N-羟乙基丙烯酰胺氢键网络和壳聚糖离子交联网络。其是以 N-羟乙基丙烯酰胺、壳聚糖和光引发剂为原料，经过紫外光辐射固化和盐溶液浸泡交联，分别得到聚 N-羟乙基丙烯酰胺氢键网络和壳聚糖离子交联网络制备而成。该材料具有超压缩性、高拉伸强度、高韧性、自恢复性、自愈合性、抗疲劳性和机械稳定性，且能够在低温环境下保持良好的机械性能和导电性，有望应用于柔性电子、可穿戴电子设备、组织工程、超级电容器和智能机器人等领域。

应用情况：本发明制备的可伸缩抗冻结全物理交联水凝胶材料兼具高拉伸强度、自愈合和低温导电性，为柔性电子与可穿戴设备带来实用方案。在多模式传感器中，可监测压力、应变、温度等信号，满足医疗和智能穿戴需求。其抗冻结特性能在严寒环境下仍保持性能稳定，避免失效。高韧性与超压缩性进一步提升了装置的耐久度与灵活度，适用于软机器人关节与触觉传感模块；离子导电网络也能增强超级电容器和储能器件的传输效率。一步法制备既简化工艺又利于规模化生产，为医疗监测、智能穿戴与新一代柔性器件提供高效、可靠的解决方案，具备广泛商业前景。

效益分析：本专利在前期需投入科研人力、实验设备和原材料费用，但其采用一步法制备工艺，流程简化且易于大规模量产，可降低生产和维护成本。通过将该水凝胶应用于医疗监测、智能穿戴、柔性机器人和储能器件等高附加值领域，可获得多元化营收渠道。随着市场对抗低温、高灵敏度传感器及柔性电子需求的快速增长，产出规模有望进一步扩大，投资回报率较高。同时，材料本身的高稳定性与耐用性还能减少后续维护投入，增强市场竞争力。综合来看，本专利投入适中，产出潜力大，能为企业创造可观经济效益并带动相关产业升级。

60、光致变色动态荧光防伪材料

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：产品为光致变色动态荧光防伪材料，其不同波长的光照射下荧光颜色、强度可逆变化，同时产品在各类商品的包装材料表面均能很好的附着，具有变色快、可多样化设计、便于验证的优点。

产品创新点为以下两个方面：

1.技术创新：通过微胶囊工艺用透明的聚合物外壳包裹光致变色荧光材料的有机溶液，达到保护光致变色材料的目的同时保证快速的光致变色过程。通过调节光致变色芯材可得到 5-10 秒明显荧光和颜色变化的光致变色荧光材料，同时耐酸、耐溶剂。采用低成本、直接便携的印刷技术来实现具有多样化结构的图案化，应用于纸类、酒类、电子产品、织物防伪等领域。

2.竞争优势：相较于市场上常用的静态荧光防伪材料，该项目技术制备的光致变色荧光防伪材料荧光颜色和强度动态变化且快速可逆，防伪级别高、效果高。目前基于市场上尚无荧光动态变化的防伪材料，可以提高产品防伪效果，大大降低了生产成本。

应用情况：随产品市场经济的发展，伪造的货币，电子元器件，盗版的电影，未经许可仿制的药物等正在严重损害着市场经济，给消费者和版权持有者带来了巨大的经济损失，甚至给病人带来了巨大的健康损害。Markets AndMarkets 前瞻产业研究院披露，2021 年，全球防伪技术行业市场规模约为 1172 亿美元，预计将会以 12.5%的复合增长率继续增长，至 2027 年市场规模将达到 2376 亿美元。在此背景下，开发信息编码及防伪技术为造假者树立坚固而无法逾越的科技屏障已势在必行。因此，研究能够对外界环境刺激响应的荧光动态变化的材料在信息加密和防伪领域具有重要意义。面向信息编码及安全防伪技术发展和规模化利用的国家重大战略需求，聚焦防伪技术所面临的瓶颈问题，聚焦在光致变色动态荧光材料的制备及防伪应用研究，在相关研究方面积累了丰富的理论知识和经验。开展的印

刷法实现高性能荧光防伪标签在信息安全防伪领域具有广阔的应用前景，通过光致变色荧光材料、印刷油墨、荧光防伪标签的探究，在相关研究领域取得一些原创性成果。

效益分析：目前，传统防伪编码器件通常缺乏荧光可调性或基于传统硬质或干态存储介质的信息常常以静态形式显示，无法面对日益猖獗的造假技术所带来的挑战。因此，亟需开发新型的光学编码器件、创新性的加密-解密方式，来提高存储信息的安全等级。在已有的工作基础上，实施光驱动荧光动态变化的防伪材料应用研究，为发展新型安全防伪技术提供借鉴及全新的解决方案。

61、用于超硬材料砂轮的微晶玻璃结合剂及其制备方法，超硬材料砂轮及其制备方法，复合砂轮

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本发明公开了一种用于超硬材料砂轮的微晶玻璃结合剂及其制备方法，超硬材料砂轮及其制备方法，复合砂轮。该微晶玻璃结合剂由基础陶瓷结合剂和添加剂组成；所述基础陶瓷结合剂由以下质量百分比的原料制成：55~65% SiO₂、2~10% Al₂O₃、5~20% B₂O₃、0~5% CaO、0~5% K₂O、5~15% Na₂O、0~5% Li₂O、0~5% BaO、0~8% ZnO；所述添加剂为 ZnO、Y₂O₃、ZrO₂、CaF₂、Na₃AlF₆、Na₂SiF₆ 中的一种或多种。该微晶玻璃结合剂，能够灵活、简单、快捷地调整添加剂的种类和添加量。

应用情况：本发明的用于超硬材料砂轮的微晶玻璃结合剂的制备方法简单，用于诱导析晶的添加剂是在已制得的基础陶瓷结合剂中外加的，具有适应性强，调控简便的优点；通过对基础陶瓷结合剂和添加剂进行高能球磨，达到降低微晶玻璃结合剂的烧结温度，控制微晶相析出数量、尺寸和均匀性，提高微晶玻璃结合剂烧结试样的抗折强度、硬度等力学性能。本发明的超硬材料砂轮在较低烧结温度 680-850℃时就能析出微晶相，并且烧结时间(2-6h)短，可以避免因长时间高温烧结造成超硬材料磨粒钝化或硬度下降。因此，本成果在超硬材料领域具有良好的应用前景。

效益分析：与传统制备方法相比，本方法简化了生产工艺，操作更方便、快捷，降低了生产成本，而且能够显著提高砂轮的力学性能，如抗弯强度、硬度等。因此，具有显著的经济效益。

62、一种原位微纤化增强聚合物复合隔热泡沫材料及其制备方法和应用

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：团队紧扣新型复合泡沫材料的制备与功能化应用需求，全力攻关，融合原位成纤和超临界微孔发泡技术，以通用塑料聚丙烯 PP 和生物可降解塑料聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯 PBAT 为基体，成功开发出兼具高抗压强度和卓越隔热性能的泡沫材料及其制备工艺。相比传统 PP 复合泡沫材料，泡沫密度提升 3 个数量级（达到 10⁹ 个/cm³），压缩强度提高近 6 倍，热导率减小至 0.06W·K⁻¹·m⁻¹。对比近年国内外同类研究结果，该种泡沫材料性能稳定，且涵盖生物可降解材料体系，普适性较强。此项成果为新型高强、隔热泡沫材料的规模化制备开辟了新路径。

应用情况：

1.基于实验室自行研发的原位成纤复合材料加工平台，可连续、稳定制备百公斤级微纤增强复合材料，正在浙江台州 2800T 注射机上开展注塑发泡成型中试实验，在某些领域可替代传统的玻纤增强复合材料；

2.基于该技术制备得到的高强、隔热泡沫材料，目前正在联系冷链运输包装、建筑隔热、汽车内饰件相关企业进行工程应用。

效益分析：相比传统玻纤增强复合材料，原位成纤复合材料可一次制备完成，减少玻璃纤维预加工工艺环节，降低生产成本的设备损耗，成型周期缩短，生产效率可显著提升。

63、基于新型高性能复合材料“高强不锈钢绞线网增强 ECC”的既有混凝土结构韧性提升技术

所属院系：土木工程学院

成果简介：项目组研发了新型高性能复合材料“高强不锈钢绞线网增强 ECC”，其具有优异控裂性能、延性、韧性、高强等优点，并开展其加固混凝土结构的研究和应用。将该新型复合材料用于混凝土结构构件（梁、柱）性能提升，形成高强不锈钢绞线网增强 ECC 加固混凝土梁、柱关键技术，可实现既有混凝土结构承载能力、延性、韧性、耐久性等整体性能的大幅提升；建立了考虑无损加固、卸载加固及持载加固等多工况下加固混凝土梁的抗弯、抗剪承载力、裂缝和刚度的计算理论和方法；构建了高强不锈钢绞线网增强 ECC约束素混凝土受压本构模型，提出了加固混凝土柱轴心、偏心受压承载能力计算理论和方法及地震作用下的恢复力模型；确定了相应的加固混凝土梁、柱的施工工艺及锚固构造措施。

应用情况：本项目提出的高强不锈钢绞线网增强 ECC加固 RC 结构新技术及设计方法，已在“中共河南省委机关幼儿园安全改造项目”、“太原市桥头街 43 号局部改造加固工程”、“淮安全季酒店结构改造工程”等 32 个加固工程。实践证明，相比于传统的加固方法可显著提升结构安全性和耐久性（相比于增大截面法，可显著减小加固后截面尺寸和自重、提高抗震性能，相比于 CFRP 和钢板加固法，可显著提升结构延性、韧性及耐久性），同时加固成本节省 10%以上。工程中成功的应用，大幅提升了既有工程结构的安全性能和使用寿命，实现了有效提高加固效率的同时降低加固成本，取得了显著的经济和社会效益，对既有工程结构加固技术的发展起到了重要的推动作用，从而有效助力我国城市更新建设。

效益分析：立足于我国城市更新对存量结构提质改造的核心诉求，针对既有工程结构抗灾能力、使用寿命等综合性能提升方面的瓶颈问题，本项目进行了一系列加固理论与技术的创新，研发了新型高性能加固材料“高强不锈钢绞线网增强超高韧性工程水泥基复合材料（ECC）”及其加固混凝土结构新技术和设计方法，提出了考虑多因素耦合作用的高强不锈钢绞线网增强 ECC 加固混凝土结构的关键技术及设计方法，丰富和完善既有结构加固技术和理论，有效提高结构安全性、耐久性和加固高效性的同时节省了加固成本，契合国家韧性城市建设的重大需求和可持续发展的理念；此外，项目研究过程中培养硕士和博士研究生 18 名，为国家土木建筑工程人才培养做出了积极贡献，社会效益显著。

64、一种应力可调的复合材料板材

所属院系：土木工程学院

成果简介：本发明提供了一种基于 Fe-SMA（铁基形状记忆合金）、ECC（工程水泥基复合材料）和 FRP（纤维增强聚合物）的新型多层复合材料板材，针对传统加固技术在动态应力调节、界面结合稳定性、高温环境适应性以及施工效率方面的不足，提出了创新性的设计方案。通过 Fe-SMA 材料的主动应力调节特性，能够精确引入预应力，实现荷载分布优化与裂缝控制；ECC 材料以其高延展性和抗裂性能，有效吸收和分散集中应力，提升抗疲劳性能；FRP 材料的高强度和耐腐蚀性能，进一步增强了板材的整体刚度与长期耐久性。该发明通过多层复合结构设计，结合耐火隔离层、高强度粘结剂与机械锚固技术，解决了界面应力集中、热膨胀差异及环境影响等问题，确保了复合板材在复杂动态荷载下的高稳定性与长寿命。

与传统 FRP 或钢筋混凝土加固技术相比，本技术无需复杂张拉设备，施工简便且经济性强，适用于桥梁、隧道、高层建筑及抗震结构等广泛领域，尤其在高温、潮湿或腐蚀性环境下表现出优越性。整体设计极大提升了施工效率和长期效益，为结构加固领域提供了高性能、高适应性且可持续发展的解决方案。

应用情况：本发明在土木工程领域具有广泛的应用前景，尤其在复杂动态荷载、高温、潮湿及腐蚀环境下的加固和修复中展现出卓越性能。在桥梁工程中，Fe-SMA 材料通过主动引入预应力，结合 ECC 材料的抗裂性能和 FRP 材料的高强度与耐久性，有效控制裂缝扩展，提高荷载分布均匀性，显著提升桥梁承载力和使用寿命。在隧道施工中，复合材料板材的多层结构设计可适应复杂动态荷载和地质条件，分散集中应力，提高抗疲劳性能和长期耐久性。在地震区建筑中，ECC 材料的高延展性与 FRP 材料的抗疲劳能力大幅减轻地震对结构的破坏，提升整体抗震稳定性。此外，该技术在高温环境中表现出优异的隔热性能，进一步拓展了其在工业厂房、海洋平台等极端环境下的应用范围。实践案例表明，该技术施工过程简便，材料适应性强，与传统技术相比可降低施工成本 20%-30%，特别适合大规模推广，为现代基础设施的升级改造提供了高效、可靠的解决方案。

效益分析：与传统加固技术相比，本发明在经济效益和性能表现上展现出显著优势。首先，Fe-SMA 主动应力调节技术和 ECC 的自愈合能力减少了维护频率，延长了结构使用寿命，降低了生命周期成本；其次，FRP 的高强度和轻质特性使得施工材料用量降低，进一步降低了项目预算。施工简化设计无需复杂设备和高精度技术操作，设备和人工成本下降 30%-50%。特别是在桥梁、隧道等需要长期抗疲劳和动态荷载条件下的应用中，通过优化应力分布与抗裂性能，有效避免了频繁维修造成的额外支出。推广过程中，该技术在高温、潮湿和腐蚀性环境中的优异表现使其应用范围大幅拓展，预计单个项目施工周期缩短 20%，整体经济收益提升 40%。作为一种高效、可靠、经济的加固方案，本发明不仅解决了现有技术的局限性，更为高性能复合材料的工程化应用开辟了新市场。

65、一种低成本高韧性混凝土

所属院系：土木工程学院

成果简介：一是研发的新型低成本高韧性混凝土具有较高的韧性和抗折强度，用于组合梁的易损区预期可以提高其抗裂能力和抗疲劳能力。二是采用高韧性混凝土对大跨钢-混组合梁桥负弯矩区及湿接缝、负弯矩区等易损部位进行增韧提升，从材料层面解决普通混凝土易开裂及耐久性不足等问题，并对局部增韧组合梁受力性能进行系统研究。三是针对装配式钢混组合梁的剪力件复杂的应力状态，利用高韧性混凝土作为现浇剪力槽材料，提升界面的抗剪承载力，并提出局部高韧性混凝土钢混组合结构界面抗剪承载力计算方法。

应用情况：完成高韧性混凝土的研发，建立其弯曲韧性评价方法，使其弯曲韧性达到 $60\text{N} \cdot \text{mm}$ 指标要求，具有优异的力学性能和耐久性能，能成功应用在钢混组合梁负弯矩区等实际工程中，且造价成本低于市场平均水平。

效益分析：伸缩缝处布置高韧性混凝土可以有效解决剪力件集束布置导致的群栓效应。使用高韧性混凝土剪力槽后，剪力集束的应力分布更均匀，桥梁的结构稳定性大幅提升。该技术的推广应用将带来更多的经济效益和社会效益，为大跨度钢混组合桥梁的建造与维护提供了可行的科学基础和技术支持。

66、一种沥青再生剂

所属院系：土木工程学院

成果简介：旧沥青再生是老化的逆过程。沥青热再生就是向老化后的沥青中加入新沥青或低粘度的油分（再生剂），使调和后的沥青达到规定的指标要求，从而恢复老化沥青的性能。

废旧沥青混合料的老化本质上是老化沥青的老化。沥青老化可分为光氧老化和热氧老化，在老化过程中饱和分变化不大，主要是芳香分向胶质和沥青质的转化，大分子物质增多。该再生剂通过一种多元酯有机物，作为再生剂的基础油分，该油分可以补充老化沥青的轻质组分，此外，其作为有机多元酯，能够与多余的胶质和沥青质进行反应溶解，从而达到较好的恢复老化沥青性能的效果。应用情况：沥青再生剂是一种用于改善和再生老化沥青性能的材料，广泛应用于道路建设和维护中其应用场景主要有以下几个方面：道路维修与养护：沥青再生剂常用于对老旧道路进行维修，能够有效恢复沥青的柔韧性和粘结性，延长道路的使用寿命。

新建道路：在新建沥青路面时，添加再生剂可以提高再生沥青混合料的性能，降低材料成本，同时减少对新沥青的需求，提高经济效益

机场跑道和停车场：在这些高负荷的场所，使用沥青再生剂可以提高路面的耐久性和抗疲劳性能。

环保项目：随着环保意识的增强，沥青再生剂的使用有助于减少废弃沥青的处理问题，符合可持续发展的要求。

目前该应用已经投入实验室进行再生沥青混合料的制备当中，下一步即将进行道路试铺并投入路面使用。

效益分析：

经济效益：原材料成本：使用沥青再生剂可以减少新沥青的需求，降低原材料采购成本。再生剂的使用能够有效改善老化沥青的性能，使其可以重新利用。施工成本：再生剂的应用通常可以降低施工过程中的能耗和人工成本，尤其是在大规模的道路建设和维护项目。

环境效益：资源节约：沥青再生剂的使用减少了对新沥青和其他原材料的需求，有助于节约自然资源。减少废弃物：通过再生利用旧沥青，减少了废弃物的产生，降低了对填埋场的依赖，符合可持续发展的理念。

降低碳排放：再生沥青的生产和使用过程通常比新沥青的生产过程能耗更低，从而减少了温室气体的排放。社会效益：提升道路质量，沥青再生剂的使用可以提高道路的整体质量和安全性，改善交通条件，提升公众出行体验。

67、硫酸钙晶须混杂玄武岩纤维增强混凝土及其制备方法

所属院系：土木工程学院

成果简介：一种高强耐久硫酸钙晶须混杂玄武岩纤维增强混凝土（CSW/CBF/BMFRC），适用于盐冻及其它对混凝土耐久性要求高的恶劣环境中。该混凝土包括硫酸钙晶须、短切玄武岩纤维束和短切玄武岩纤维，按一定比例混掺、一定程序搅拌可使混凝土抗压强度提高 9%以上，劈裂抗拉强度提高 40%以上，抗折强度提高 25%以上，氯离子渗透系数降低 9%以上，抗冻性提高 40%以上（冻融 150 次后的强度损失率仅 2.5%）。

硫酸钙晶须（CSW）是一种亚纳米粒径无机盐晶须，由工业副产品石膏经过特殊工艺形成，绿色环保成本低。玄武岩纤维是一种人造无机纤维，以天然的玄武岩矿石为原料经破碎后在高温后拉伸成连续纤维，熔化过程不产生有害气体和工业垃圾，被认为是 21 世纪最有望替代其他纤维的“绿色纤维”。

应用情况：

效益分析：工业副产品石膏的大量堆放，即浪费了潜在的材料资源，又占用了土地，同时含有的有害物质渗入土地也对周边环境造成了极大的污染。利用其生产高附加值的硫酸钙晶须，做到了变废为宝，对混凝土增加成本不高，但可以提高混凝土在恶劣环境下的使用年限，具有实际应用意义。

68、黑磷纳米点修饰Pt/C：耐甲醇电催化剂用于直接甲醇燃料电池氧还原反应

所属院系：化工学院

成果简介：开发高甲醇耐受性的氧还原电催化剂是直接甲醇燃料电池可持续发展的关键。本文采用超声混合的方法制备了一种黑磷(BP)纳米点修饰的 Pt/C 催化剂(BPNDs-Pt/C)。实验和计算研究表明，BP 向 Pt 转移电子导致羟基在 Pt 表面的吸附变弱。电化学结果表明，BPNDs-Pt/C 催化剂在酸性介质中具有良好的阴极氧还原活性和抗甲醇氧化能力。此外，BPNDs-Pt/C 催化剂在具有阳离子交换膜和可消除甲醇渗透的碱性体系中表现出优异的 ORR 活性。这项工作展示了非金属元素调节 Pt 基纳米材料的电子结构和表面性能的可行性。并且，设计制备的 BPNDs-Pt/C 电催化剂具有可控的 ORR 性能，可根据需求应用于不同场景。

应用情况：

功能用途

本产品重点用于直接甲醇燃料电池阴极氧还原催化剂。

技术优势

1.提出了超声混合制备黑磷纳米点修饰 Pt/C 催化剂（BPNDs-Pt/C）的技术，完成了氧还原电极的一体化制备，实现了基于 Pt/C 催化剂的氧还原性能提升和抗甲醇毒化能力的提升；

2.提出了黑磷纳米点改性 Pt/C 催化剂（BPNDs-Pt/C）的技术，解决了 Pt/C 催化剂易被甲醇等含碳小分子毒化的弊端，实现了对甲醇燃料电池中混合过电位的有效抑制；

3.以商用 Pt/C 催化剂为载体，通过黑磷纳米点修饰改性，实现了 Pt 活性位的抗甲醇毒化性能。

性能指标

①氧还原过电位: $\leq 400\text{mV}$;②抗甲醇浓度: $\leq 1\text{ M}$;③循环稳定性: $\geq 5000\text{ CVs}$. 效益分析：与合金化、核-壳结构和功能化包覆等其他抗甲醇的高效 Pt 基催化剂相比，本项目产品是基于商业化 Pt/C 的温和改性修饰，具有制备方法温和高效，过程简单，可操作性强，可规模化生产特点。

与商业化 Pt/C 催化剂相比，抗甲醇性能提升 100%，可以节约直接甲醇燃料电池中对膜改性的技术成本。盈利方式主要来自产品销售、技术支持与服务、人才与技能培训、产品升级费四个方面。

69、临氢环境材料服役安全与防护

所属院系：化工学院

成果简介：临氢环境中痕量氢致材料损伤，痕量氢浓度的定量分析表征，高性能阻氢涂层研究；建立了金属材料痕量氢的原位测定方法和技术，并致力于电子化学品等超纯材料和无机有机试剂的痕量微量成分测定方法学研究和质量标准的建立。

应用情况：助力企业打破了国外长期以来在高强度链条应用方面的技术封锁，获得了国内外多个订单。应用于深蓝探索、南海奋进、陆丰、流花、Pengsuin、LIZA、Janz-10 等大型海上油气钻井与生产平台，实现了稳固锚泊、安全定位。

此外，高强度系泊链产品还在我国漂浮式风电示范项目中得到应用，包括“三峡引领”、“海装扶摇”、“海油观澜”、“国能共享”号，在“南鲲”号波浪能发电装置和“深蓝一号”“闽投一号”养殖平台上也有应用。在煤炭开采方面，本项目相关技术适用于煤炭综采设备刮板机的高强度紧凑链，满足了高强度、

抗环境脆化的要求。所开发的新型抗腐蚀刮板链，获得国家能源、陕煤等大型煤炭企业认可，应用于国内最长工作面 456 米的陕煤小保当矿、国内采煤最大高度 10 米的陕煤曹家滩矿，以及国家能源神东补连塔矿、上湾矿、榆家梁矿，宁煤羊场湾矿，新疆乌东矿，潞安常村矿、新元矿，实现了高效采煤、安全生产。

效益分析：高端链条方面企业近三年累计实现销售收入 20.1 亿元。在船舶与海工方面，本项目相关技术适用于大型船舶与海洋结构物锚泊系统的高强度系泊链，满足了高强度、高韧性、抗氢脆的要求。获得中国、美国和挪威等船级社认可，效益巨大。

70、新型高分子手性固定相材料的设计制备与应用

所属院系：生命科学学院

成果简介：本成果针对药物对映体分离中存在的低分离效率和弱选择性难题，开发了一种基于多面折叠手性分子的螺旋聚苯异腈手性固定相。该手性固定相具有独特的多层次 π 共轭结构、灵活立体单元和刚性螺旋主链，能够显著提升手性药物的分离效率与选择性。

功能用途：适用于高效液相色谱（HPLC）技术中对映体分离的手性固定相，广泛用于药物研发、质量控制和痕量分析，可实现手性药物的高效纯化。

技术指标：

分离效率：分离因子（ α ） ≥ 1.5 ；

稳定性：耐受宽 pH 范围（2-9），可重复使用 100 次以上；

适用范围：对多种中心、轴、平面手性药物分子表现优异分离能力。

技术创新点：首次引入多面折叠手性结构，突破传统手性固定相的设计理念，构建新型螺旋聚苯异腈手性固定相，结合手性放大效应和可控构象调节，实现对特定手性药物分子的精准识别和高效拆分。

技术优势：相较于现有技术，手性固定相具有结构稳定、光学活性可调、手性识别性能强等特点；且生产工艺可扩展，成本控制良好，具有显著的经济与产业化潜力。

应用情况：

应用场景

本成果主要应用于手性药物对映体的高效分离和纯化过程，适用于制药行业中的药物研发、生产质量控制以及痕量手性药物分析。通过高效液相色谱技术，显著提升手性药物的分离效果，满足光学纯药物的制备需求。同时，在食品安全、环境监测等领域的手性化合物检测中也具有应用价值。

应用合作情况

基于该技术成果，已与天津乾友化工贸易有限公司签署技术服务合同，合作开发新型高分子手性固定相材料，用于手性分离相关产品的技术升级与产业化应用。

转化情况

目前，成果已完成实验室规模验证，建立了手性固定相的合成和优化工艺，初步展示出良好的分离性能和应用前景。未来计划进一步优化工艺，拓展更多手性化合物的分离应用场景，并通过企业合作及技术服务，推动技术中试放大和产业化转化。

效益分析：

投入/产出分析

本项目研发阶段与美国德克萨斯理工大学、山东大学齐鲁医院合作，主要投入集中于多面折叠手性分子的设计与合成、螺旋聚苯异腈固定相的结构优化以及实验室性能验证，总投入约 300 万元，其中包括原材料成本、设备使用费及人力成本等。未来中试阶段预计追加投入 200 万元用于规模放大和工业化验证。

通过本成果的产业化，手性固定相可实现量产，以满足药物研发和生产中的手性分离需求。每批手性固定相产品的生产成本约为 5 万元，市场售价预计在 15 万元以上，毛利率达到 66%以上。结合国内外手性药物市场需求，预计年销售额可达 1000 万元，净利润约为 600 万元。成果转化后，预计 3 年内回收研发投入，并实现年利润增长率 20%以上。

依托国内外手性药物市场的持续扩张，本项目具有广阔的产业化前景和可持续收益能力。

社会效益

本成果通过提升手性药物分离效率，可降低企业生产成本和能耗，同时提高药物的安全性和质量，助力行业实现绿色化、智能化发展。此外，该技术在食品安全、环境监测等领域的推广应用，可间接改善社会健康水平和环境质量。

71、一种用于分离提取铀的复合膜、过滤器、制备方法

所属院系：橡塑模具国家工程研究

成果简介：本发明涉及环保功能材料技术领域，具体涉及一种用于分离提取铀的复合膜、过滤器、制备方法。本发明复合膜，以聚偏氟乙烯(PVDF)膜为基底，具有良好的物理/化学稳定性和孔隙率，基底表面及孔隙结构中修饰包含包括多酚和有机胺结构的纳米颗粒，多酚结构与有机胺结构协同作用，在保持基底原有的机械化学稳定性的同时，提高水铀的吸附分离提取容量，并且具有较强的难生物污染性能，能够应用于海水中提取铀。进一步的，本发明利用单宁酸 TA和 3-氨基丙基三乙氧基硅烷 APTES 之间的水解反应，实现对 PVDF 膜表面活化，提高 TA 的接枝效率，引入更多的酚羟基，同时采用聚乙烯亚胺进一步接枝修饰，进一步提高所制备复合膜对铀的吸附容量。

应用情况：

目前铀吸附剂主要以颗粒和粉末的形式存在，因此，在实地使用的时候很难发挥作用。而膜基吸附剂则避免了这种情况，膜基吸附剂因其收集方便、重复利用性好等特点而被认为是大规模海水提铀的理想材料。本成果的目的之一在于提供一种用于分离提取铀的复合膜，以多孔聚合物膜材料为基底，基底孔隙结构表面修饰包括多酚和有机胺结构的纳米颗粒，协同作用，在基底保持原有的机械化学稳定性的同时，

提高对海水铀的吸附分离提取能力。该功能涂层还具有优良的可重复使用、防污性能、高通量回收率（FRR）（~ 98%）和低通量衰减率（FDR）（<5%）。特别是在天然海水中，膜对 U(VI)的吸附能力可提高到 6.86 mg g⁻¹。

效益分析：

- 1.有利于提升我国对海洋中铀资源的提取能力，并进一步促进核能、水处理等相关产业的开发利用能力。
- 2.有利于提升军民两用新材料技术关键设备研制过程中涉及安全、保密和环保等技术指标实现的国产化能力。
- 3.为地方经济提供 50-200 人以上的就业、百万元的利税收入、和政策示范等。
- 4.目标客户在应用本项目产品后在产品创新和产业升级方面带来巨大的间接经济效益和社会效益。

72、极端温度使役柔性力敏传感材料

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：

用途：本项目开发的柔性力敏传感材料可用于极端温度环境下应力/应变信号的实时监测。技术指标：适用温度范围-100~200℃，灵敏度 23.1KPa⁻¹，工作区间 2 Pa（0.1%应变）~67 KPa（80%应变）。

技术创新点：以具有极端环境耐受性的高分子材料为基本单元，构筑具有分级多孔结构导电复合气凝胶，充分发挥分级多孔结构的高形变能力和高灵敏性优势，表现出反应速度快、线性范围宽、灵敏度高、耐疲劳性佳的力敏响应特性。

优势：相对于传统金属、无机材料基力敏传感材料，具有优异的柔性和表面贴合性，实现动态下稳定的应力/应变响应；相对于其它高分子柔性力敏传感材料，可以实现极低温度的应力/应变响应，且保持良好的结构稳定性。

应用情况：①申请者团队与中国航天员科研训练中心对航天服外骨骼的前期研究中，将该成果用于构建灵敏的外骨骼感知层，实时精准捕捉航天员运动意图。同时，也可适用于极端空间环境下飞行器舱体材料结构变化和损伤的实时监测。②与上海航天化工应用研究所签订合同，用于航天发动机药柱健康监测。

效益分析：

原材料成本相对较低，工艺简单，材料成型、性能稳定性好，对于特殊应用场景具有高的性价比。

73、降温农膜

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：本研究成果为农业大棚专用降温薄膜，融合前沿光学技术，兼具精准光控与高效隔热特性，实现紫外、近红外及双波段屏蔽功能一体化集成。其技术指标卓越，紫外屏蔽率>90%，近红外屏蔽率>60%，在保障高光通量的同时确保植物光合与生长不受干扰，全程无损生长模式。

技术核心亮点在于创新性光热协同调控机制，通过雾度的智能优化算法，动态适配多元季节工况，赋予薄膜自适应环境能力。对比传统农用棚膜，本薄膜在降温效能、成本效益及工业化量产维度实现重大突破，以更低成本达成高效降温，且具备规模化快速部署优势，为农业生产提供精准环境调控解决方案，显著提升作物产量与品质，引领智慧农业新变革。

应用情况：该薄膜聚焦农业应用，用作大棚膜覆盖土壤与作物，以优化生长环境。户外实验表明，晴天时其覆盖土壤平均降温 4.5℃，多云时为 3.7℃，有力稳定土壤温度。

同时，该薄膜可阻隔近红外线，减少土壤热积累，并提升大棚光照均匀性，促进植物光合作用。植株测试发现，相比商业农膜，使用此棚膜后作物茎长增长 20%，鲜重提升超170%，优势显著。此外，薄膜还具备一定防害虫能力。当前，其于自建农田的小试应用已验证经济性与适用性，为农作物增产筑牢根基。

效益分析：

成本降低：生产采用成熟吹塑工艺，使单平方米薄膜成本低于市场同类产品 20%，这直接减少了农业生产的前期投入成本，提高了资金使用效率，为农户和农业企业节省了大量采购资金，增强了产品在市场上的价格竞争力。作物增产增收：在应用中，薄膜有效降低作物减产风险，每公顷预计增收作物产值 5% 以上，以 1000 平方米的单个中型大棚为例，每年可增加收益约 2 万元人民币，这显著提高了农业生产的产出效益，直接增加了农民和农业从业者的收入，刺激了农业生产的积极性，同时也提升了农业产业的整体经济效益，有助于推动农业产业的升级和发展。

农业绿色可持续发展：通过改善作物生长环境，减少冷却设备能耗需求，间接减少了碳排放，这对于应对全球气候变化、保护环境具有积极作用，符合社会对绿色农业发展的期望，有助于推动整个农业行业向可持续发展方向转型，保障了农业资源的可持续利用，为子孙后代创造良好的生态环境，具有长远的社会效益。

74、一种聚合物透明件表面紫外防护膜及其制备方法和应用

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：本成果提供一种新型反射型的聚合物透明件表面紫外防护膜及其制备方法。该防护膜以低折射率层材料和高折射率层材料交替堆叠的方式形成，选用柔韧性有机硅为低折射率材料，二氧化钛（ TiO_2 ）为高折射率材料，结合溶胶凝胶法和旋涂法，在聚碳酸酯（PC）表面成功制备了以有机硅/ TiO_2 为代表的一维光子晶体纳米多层膜，基于光子晶体选择性反射效应，在紫外波段（波长 328 nm 处）反射率达到 86%，同时在可见光区的平均透过率达到 85%以上，所制备的膜层具有良好的紫外辐照防护及力学稳定性，突破了传统吸收型紫外防护膜的局限性，可应用于航空航天、汽车、光电器件等领域。

应用情况：成果可应用于航空航天、汽车、光电器件等国家战略领域与重点产业。基于该成果（透明件光子晶体辐照防护膜层），与中国航天员科研中心合作承担完成了载人登月航天服新一代滤光面窗、防护面窗表面多功能膜系研制任务，为我国登月服研制提供了重要支撑；与厦门威亮光电技术有限公司合作开发了精密光学功能膜层材料及高低折射率涂层连续浸涂工艺，解决了大尺寸及异形显示盖板的增透减反难题，且具有高效率低成本的显著优势，荣获第九届“白鹭之星”创新创业大赛二等奖。

效益分析：成果在战略领域及高端光电器件领域的应用，可为我国战略用透明件自主创新制造提供重要的支撑作用，成果技术可实现对传统真空镀膜产品的替代，成本最多可降低 70%，生产效率提高 10 倍以上，具有高效率低成本的突出优势，具有良好的推广应用前景和巨大的市场潜力，经济和社会效益显著。

75、一种超临界 CO_2 辅助制备碳纳米管复合电磁屏蔽材料技术

所属院系：河南先进技术研究院

成果简介：CNTs 是一维碳材料，具有导电性高，重量轻，机械强度大，长径比大，比表面积大等特点，在微观上碳纳米管有多种特性使其在电磁波吸收方面表现得十分亮眼，如小尺寸效应、量子尺寸效应、量子隧道效应、共轭效应等。PANI 属于导电聚合物，与其他导电聚合物相比，如聚吡咯、聚噻吩等，PANI 具有原料易得、合成工艺简单、环境稳定性好等优点以及非氧化还原掺杂导电机理。同时 PANI 的引入可以改善 CNTs 的分散性，在 CNTs 之间形成异质界面，便于构建 CNTs 的三维导电网络。并且 PANI 可以为 Fe 的掺杂提供位点，而增强 Fe 在结构中的稳定性。Fe 具有磁性，可以弥补 CNTs 和 PANI 磁性的缺失，在电磁波吸收中提供磁损耗，通过调控配比从而达到合适的阻抗匹配，最终使得 CNTs/PANI/Fe 复合材料具有良好的电磁屏蔽性能。

应用情况：已在实验室条件下，成功应用于制备碳纳米管复合电磁屏蔽材料，为吸波涂层材料的研发提供了新的材料基础，其磁损耗和介电损耗均对电磁波有较大损耗，拥有良好的阻抗匹配，对电磁波达到了强吸收低反射的效果，满足电磁屏蔽材料的要求。

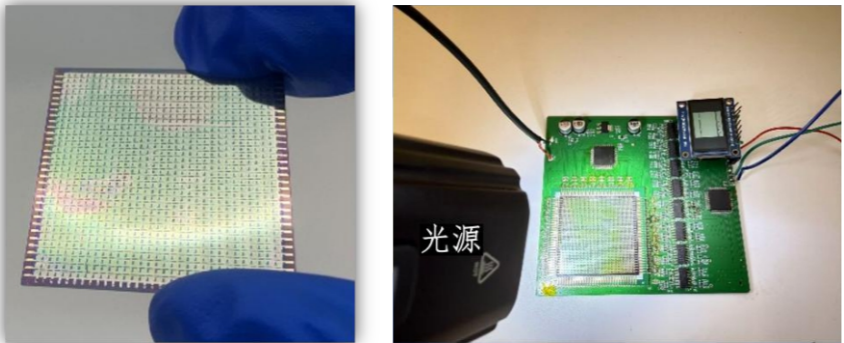
效益分析：在投入方面，该技术平台通过创新性的制备工艺和精细的调控手段，实现了对碳纳米管复合电磁屏蔽材料的高效、稳定生产。尽管初期研发和设备投入可能较高，但长期来看，随着技术成熟和规模化生产，单位生产成本将大幅降低。在产出方面，该技术平台产出的碳纳米管复合电磁屏蔽材料，在保护人体健康、保障设备和安全、促进通信技术发展、军事隐身技术等多个领域具有广泛应用前景。该技术平台有望提供一种碳纳米管复合电磁屏蔽材料的高效制备策略，为我国未来军事信息防护领域的战略性超车提供技术支撑。

76、高分辨图案化高k材料的制备及其视觉显示的产业化应用

郑州大学拟支持科研成果推荐表

院系名称	材料科学与工程学院	联系人	孙晴晴
联系电话	18703971281	联系邮箱	sunqingqing@zzu.edu.cn
项目名称	高分辨图案化高 k 材料的制备及其视觉显示的产业化应用		
技术领域	<input type="checkbox"/> 电子信息技术 <input type="checkbox"/> 生物与新医药技术 <input type="checkbox"/> 航空航天技术 <input type="checkbox"/> 新材料技术 <input type="checkbox"/> 高技术服务业 <input type="checkbox"/> 新能源及节能技术 <input type="checkbox"/> 资源与环境技术 <input type="checkbox"/> 高新技术改造传统产业 <input type="checkbox"/> 其它（ ）		
成果简介	<p>本研究提出了一种简便高效的耐溶剂高介电常数（k）绝缘层的制备方法，旨在满足现代电子器件对高性能绝缘材料的需求。该方法采用了一种新型的可图案化材料体系，通过优化配方和制备工艺，实现了在常规印刷工艺下对高 k 绝缘层的精确图案化。所用材料具有良好的耐溶剂性和化学稳定性，能够有效避免在后续加工过程中由于溶剂侵蚀而导致的层间失效问题。通过对材料体系中的聚合物分子进行合理设计，成功提高了绝缘层的电气性能，且保持了较高的柔性和机械强度。</p> <p>该方法不仅在材料选用上实现了创新，还通过简单的印刷工艺实现了精细图案的构建，减少了传统光刻或电子束写入技术所需的高成本和复杂步骤。经测试，所制备的绝缘层在高频电场下表现出了优异的介电常数和低损耗特性，适用于集成电路、柔性电子和其他高性能电子器件的制造。该技术具有较高的工业化应用潜力，为高 k 材料的广泛应用提供了一种简单、可操作的解决方案。</p>		
项目来源	国家自然科学基金青年项目、中原英才创新人才项目、博士后面上项目		
知识产权情况	1. 一种可简便图案化的耐溶剂高介电常数绝缘层的制备方法，授权号 ZL 2021 1 1149441.4 2. 一种高分辨耐溶剂疏液光刻材料和制备方法及其在薄膜晶体管的应用，申请号：202310209352.7		
项目获奖情况	1. 刘旭影、赵树海、杨操、 孙晴晴 等（4/10），绿色打印功能材料创制及其高性能化与应用，河南省教育厅科技成果一等奖，科技成果奖，河南省教育厅，2023 年度。 2. 刘旭影、赵树海、杨操、 孙晴晴 等（4/10），高性能喷墨组合物及其制备方法和打印方法，河南省包装技术协会，技术发明奖，行业协会级，2022 年度。		
技术先进性	<input type="checkbox"/> 国际领先 <input type="checkbox"/> 国际先进 <input type="checkbox"/> 国内领先 <input type="checkbox"/> 国内先进 <input type="checkbox"/> 其它（ ）		
技术成熟度	阶段： 研发 <input type="checkbox"/> 小试 <input type="checkbox"/> 中试 <input type="checkbox"/> 小批量生产 <input type="checkbox"/> 产业化； 样机： 有 <input type="checkbox"/> 无 其他： <input type="checkbox"/> 如选择“其他”，请说明：_____		
应用	近年来，随着电子器件对高性能绝缘材料需求的不断增加，高 k 材料在微电子器件、传感器以及集成电路中的应用愈发重要。针对这一需求，		

<p>情况</p>	<p>一种可简便图案化的耐溶剂高 k 绝缘层制备方法应运而生。该方法通过调控极性单体的比例，利用自由基聚合反应低温制备预聚物，通过溶液法进行涂覆，然后通过紫外光交联方式实现图案化。图案化的过程简单易行，能够实现低至 1 微米的高精度图案控制，且无需使用复杂的光刻或刻蚀工艺。此外，这种材料体系表现出优异的耐溶剂性能，能够有效抵御常见溶剂的侵蚀，保证在制造过程中不受外界环境的影响。该制备方法的一个重要优势是能够在柔性基板上进行直接制备，且无须昂贵的设备或复杂的工艺流程，因此具有很大的市场潜力。应用领域包括高频电子设备、柔性电子、传感器以及集成电路中，能够为各种微型化和高效能的电子器件提供可靠的绝缘保护，具有广泛的商业应用前景。</p>
<p>效益分析</p>	<p>该项目具有显著的技术和经济效益。首先，该方法通过简化的工艺流程，使得高 k 绝缘层的制备更加高效，降低了生产成本。传统的绝缘层制备方法往往需要复杂的设备和多步处理，而本方法通过一体化的图案化处理技术，不仅大大简化了步骤，而且提高了生产效率，特别是在大规模生产中，能够有效节省时间和人工成本。其次，耐溶剂特性使得这种绝缘层能够在各种严苛环境下稳定工作，特别适用于柔性电子器件、传感器以及其他需要长期稳定运行的高性能电子设备中，增强了器件的可靠性和使用寿命。再者，该材料高介电常数特性使得其能够有效提高电容、电阻等电学性能，优化器件性能，提升整体工作效率。最后，图案化的设计使得该材料在微型化、集成化器件中的应用更加灵活和精准，满足未来电子产品小型化和多功能化的需求，具有广泛的市场前景和应用价值。总体来看，这一方法不仅具备较强的经济竞争力，还能推动相关领域技术的突破和创新。</p>
<p>转化方式</p>	<p><input type="checkbox"/> 转让 <input checked="" type="radio"/> 许可 <input checked="" type="radio"/> 作价入股 <input checked="" type="radio"/> 合作研发 <input type="checkbox"/> 股权投资 <input type="checkbox"/> 其它方式</p>
<p>成果图片</p>	<p>The figure consists of several sub-images illustrating the high-k polymer thin film and its properties:</p> <ul style="list-style-type: none"> Top Left: A photograph of a circular wafer with a grid pattern of small squares. A scale bar indicates 1 cm. Top Middle: A heatmap titled "Dielectric Constant" showing the spatial distribution of the dielectric constant across the wafer. The color scale ranges from 5,000 to 10,000. The axes are labeled "Column" and "Row". Top Right: A radar chart titled "Electrical breakdown field (MV/m)" showing the performance of the material across five parameters: Dielectric constant, Dielectric loss factor, Leakage current density (A/cm²), and Electrical breakdown field (MV/m). The scale ranges from 10⁻⁴ to 250. Bottom Left: A cross-sectional SEM image showing the thickness of the film. A scale bar indicates 100 μm. Bottom Middle: A high-resolution SEM image showing the patterned lines. The line width is 2 μm, and the space is 1 μm. A color scale indicates the height from 0 nm to 208 nm. Bottom Right: A plot of "Lines (μm)" versus "Spaces (μm)" on a log-log scale. The plot shows the performance of the material compared to other materials like 4FPPVDF-HFP, FMBH, 4FCOC, PPTU, PBP, and poly(Si). The plot also includes a red star indicating the performance of the material in this work (PCBH4) and a red circle indicating the performance of the material in this work (p-OGI).

	<div></div> <p>图 2 高 k 聚合物材料在大面积视觉显示应用中的样机展示</p>
其它说明	

77、碳纤维低损伤/无损伤宽展、编织与均匀预浸关键技术

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：

1.成果创新点、优势与技术指标：创造性地将气流扰动与机械振动和张力调节相结合，提出了一种新型高效的连续碳纤维宽展及其编织技术，突破了低成本大丝束碳纤维低损伤/无损伤宽展与均匀预浸关键技术，开发出国内首套气流扰动式宽展、粉末泥浆法预浸于一体的碳纤维预浸料制备装备，以及连续碳纤维宽展纱的高效编织装备。研发出厚度0.15mm以下超薄热塑/热固预浸料，拉伸强度达到 1.85GPa，拉伸模量 93GPa 以上。开发的超薄编织布及预浸料，比传统织物可设计性更强、强度提升 2-3 倍。

2.成果应用：本成果已签订 2 项专利实施许可合同，相关产品已在无人机机翼、螺旋桨，3C 电子及体育器材上成功应用，在航空航天、军工、汽车、风电等领域具有巨大的应用潜力。

应用情况：

1.成果应用场景：本成果相关产品已在无人机机翼、螺旋桨，3C 电子及体育器材上成功应用，并在航空航天、军工、汽车、风电等领域具有巨大的应用潜力，可替代传统的无宽展编织布及其预浸料，使碳纤维复合材料制品可设计更强、强度更高、轻量化效果更好。

2.成果转化情况：目前已签订 2 项专利实施许可合同：①专利实施许可：低成本大丝束碳纤维复合材料高效制备与成型关键技术，100 万元/到账 100 万元。②专利实施许可：一种多丝束碳纤维宽展预浸系统，100 万元/到账 10 万元。

效益分析：本成果成功实施，预计需要启动资金 750 万元，主要用于生产线建设、装备开发等，预计一年内可达到产线的全部设计产能。第一年销售额预计达到 800 万元，产能完全释放可实现年产值 1500 万元以上。

78、抗菌纤维新材料

所属院系：化工学院

成果简介：通过纤维表面化学改性获得荷电镶嵌功能纤维材料，对细菌、病毒具有显著的抑制作用，可以用于口罩、医用耗材、衣物对等领域。

应用情况：长效抗菌织物广东微生物测试中心、河南省医学科学研究等部门的检测和认证，可用于袜子、口罩、医用耗材等多种领域，已与佛山市安芯纤维科技有限公司签订全面合作协议。

效益分析：随着社会的不断发展进步，人们对医疗和卫生条件的要求不断提高，因此抗菌织物、病毒过滤等方面的市场需求不断增加。权威机构预测到 2025 年，相关产业的市场可达 3000 亿。

因此本项目的产品和服务具有广阔的市场前景和经济预期。预计项目验收时，本项目的全系离子交换纤维生产规模达到 500 吨以上，产值达到 3000 万。

二、电子信息技术

目录

二、电子信息技术（共80项）

- 1、领域知识图谱自动化构建平台
- 2、基于GIS和北斗导航的应急保障指挥系统
- 3、5G健康一体机
- 4、豫种田数字农业管理平台
- 5、集成核电子学系统
- 6、燃气管网安全运营监测关键技术研究及示范应用（编号231111211600）
- 7、机械手视觉标定高精度方法及软件库
- 8、航空器起降综合监视系统
- 9、基于拟态计算的破译解密系统
- 10、增强现实半实物数控实训考核一体机
- 11、面向大规模人群的柔性可穿戴心电智能监测与预警服务平台
- 12、内置位置检测功能的智能电磁阀系统
- 13、先进超薄金刚石切割片制备技术
- 14、基于全国产化软硬件的物联网安全防御网关LEMON
- 15、"基于全国产化软硬件的物联网安全防御网关LEMON-ES"
- 16、基于国产化架构体系的边缘AI安全主机LEMON-AI
- 17、物联网智能集成开发板
- 18、天然气处理厂三维可视化平台
- 19、多模态健康医疗大数据治理平台
- 20、产品外观缺陷检测系统
- 21、便携式伽马射线探测仪
- 22、便携式手机端医疗级心电图实时监测系统
- 23、基于内窥镜图像的常见肿瘤AI辅助诊断系统
- 24、车辆异响智能精准检测与定位新型仪器系统
- 25、一机游河南"科创文旅平台
- 26、气体泄漏位置三维定位方法、定位系统
- 27、基于镂空微悬臂梁的光学传声器及传声系统
- 28、基于功能性电刺激的模块化可穿戴康复系统和控制方法
- 29、智能码垛人机协同服务平台

二、电子信息技术（共80项）

- 30、智慧环保时空精准监测平台
- 31、高速高精度卷绕类工业质检系统
- 32、有限空间的子母多栖无人实时探测与智能建图系统
- 33、输流管道智能化全参数检测方法及其器件
- 34、基于光频域反射技术的超高精度光纤水听器及周界安防系统
- 35、基于深度学习与信号增强技术的电缆故障诊断方法研究
- 36、基于虚拟现实技术的感统功能评测与训练系统
- 37、高效能高安全多天线系统关键技术研究及应用
- 38、基于计算机视觉的人体姿态估计及异常行为识别警报系统
- 39、高端医疗设备智能运维与调束及数字孪生系统及装备
- 40、智慧加油站前置超脑系统平台
- 41、人机融合智能增强外骨骼系统
- 42、多模态智能焊接机器人系统与装备
- 43、工业智能质检技术与装备及公共服务平台
- 44、多模态信息引导的智能无人车系统
- 45、联感算控一体化边缘智能终端
- 46、基于数字孪生和多任务调度的双场景驱动工业引擎
- 47、动态可重构的后量子密码混合加密安全芯片
- 48、一种热休眠有机电化学晶体管及其制备方法与应用
- 49、一种基于绿色光热材料的二维近红外传感阵列及其制备方法和应用
- 50、面向颈部功能康复和评估的多自由度机器人研究
- 51、高性能氢气传感关键技术与器件化集成
- 52、多通道语音视听定位
- 53、国远会议APP
- 54、室温中红外位置敏感探测器
- 55、基于高光谱成像的鲜烟多农残快检技术研究与应用
- 56、基于突触可塑性的多模态人机交互
- 57、一种基于超构表面的量子计算芯片的研制方法
- 58、一种面向柔性制造的物流机器人先进调度算法
- 59、一种高可靠低时延指控类短包数据通信成套方案
- 60、纤维集成光微流SPR生化传感技术研究

二、电子信息技术（共80项）

- 61、基于有限反馈的RIS辅助无线通信系统自适应波束赋形技术
- 62、基于群集智能和多模态数据融合的新型抗肿瘤免疫药物靶点虚拟筛选平台研发 以及产业化
- 63、机场地面物流保障调度平台
- 64、智能流场探测与可视化系统
- 65、工业缺陷高精度成像与动态量化评价系统
- 66、眼见为虚智鉴为实--人脸伪造鉴别与攻击力评价系统
- 67、复杂系统演化隐模式可视分析与挖掘引擎
- 68、数字孪生驱动的远程机器人集群控制系统
- 69、集群作业数字孪生平台
- 70、一种多自由度机器人动力学建模和轨迹跟踪方法
- 71、历史建筑可视化信息管理平台
- 72、基于高速公路收费和门架数据的货车出行链推演及出行路径预测方法研究
- 73、环境对健康风险监测评估及预测方法
- 74、智能遥感空间信息处理与应用云平台
- 75、面向国产大型超算的黄河流域精准模拟系统-黄河模拟器
- 76、多功能巡检机器人
- 77、高性能磁性电流传感器
- 78、射流屈曲模拟软件
- 79、局放定位及识别系统的开发
- 80、5G自主查房智能机器人

1、领域知识图谱自动化构建平台

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：郑州大学自然语言处理实验室联合企业制定的《领域知识图谱构建规程》团体标准，详细规定了领域知识图谱构建的八个关键环节，包括知识体系构建、数据采集、数据处理、知识获取、知识融合、知识存储、应用展示等。实验室自主研发的半自动标注平台，集成了先进的自动识别和抽取算法，大幅提高了构建知识图谱的效率和精准度。目前，该项目已在多个试点场景中取得良好成效，为行业提供了高效、规范的知识图谱构建解决方案。

应用情况：该项目已在医疗等多个领域实现了广泛应用，特别是在医疗领域，利用实验室自主研发的半自动标注平台对大量医疗文本进行实体及关系的标注，构建了医学知识图谱，为临床辅助决策支持提供了有力支持，得到了用户的积极反馈，证明了其在实际场景中的可行性和有效性。此外，该项目还拓展至法律、教育与水利等多个垂直领域，为这些领域的知识图谱构建提供了支持，并在文学创作方面进行小说人物名称及人物关系的标注，为文学作品的分析和研究提供数据支持。通过与多家医疗机构、企业和学术机构的合作，将技术转化为实际应用，开发成产品推向市场，并联合企业制定了《领域知识图谱构建规程》团体标准，明确了知识图谱构建的关键环节，为行业提供了标准化的操作指南。通过实际应用案例的展示和推广，吸引了更多用户和合作伙伴的关注，进一步推动了技术的普及和应用。

效益分析：该项目在前期投入了大量资源，包括高水平的人才队伍、技术研发、产学研合作、基础设施建设和标准制定。通过自主研发的半自动标注平台，显著提高了知识图谱构建的效率和精度。项目已在医疗、法律、教育与水利等多个领域实现广泛应用，特别是在医疗领域。通过与多家企业和学术机构的合作，推动了技术的市场化应用，并制定了《领域知识图谱构建规程》团体标准，逐渐占据市场份额。通过自动化标注平台，降低了人工成本，提高了工作效率；市场扩展和产品增值增加了收入来源；在医疗、法律等领域，知识图谱的应用为专业人士提供了决策支持；在教育领域，提高了教育质量和效率；在科学研究中，提供了丰富的数据支持。这些都展示了项目在推动行业发展和社会信息化方面的巨大潜力。

2、基于GIS和北斗导航的应急保障指挥系统

所属院系：地球科学与技术学院

成果简介：

1.主要功能：二维、三维 web 地理信息系统平台，基于北斗导航定位的指挥监控系统，突发事件的分类及专题数据库，态势标绘系统，保障预案库及快速反应态势推演。2.主要技术指标：单机情况下，二维在 0.5 秒内，三维在 1/40 秒内；宽带网情况下，在 100 个用户同时访问时，二维在 2 秒内，三维在 1/25 秒内；标绘速度：实现同步标绘；警用专题图制作速度：10-40 分钟（随图幅大小而变）；支持数据库：Oracle、SQL-Server、Access 等。3.依托本项目已经在部队和武警系统得到广泛应用

应用情况：基于 GIS 应急保障指挥系统应用于对突发事件的快速处置。主要是武警部队、应急保障部门处置反恐、极端天气事件、地震等自然灾害事件等场景。目前在部队、武警等部门有广泛应用。

效益分析：本项目的开发、推广、应用，对部队、武警、公安及应急保障部门一体化应急指挥具有重要的推动作用。

3、5G健康一体机

所属院系：第一临床医学院

成果简介：5G 健康一体机采用一体化设计，主要配、附件均可放置机箱内，内置电池、身份识别模块、多种通讯模块等，仅携带主机就可完成随访任务；支持血压、血氧、体温、脉率、十二导心电图心率、血糖、尿酸、胆固醇、血脂四项、尿常规十一项、身高、体重、腰臀比、体成分、血红蛋白、中医体质辨识、心理评估(4 项)、视力、色盲、肺功能、肺功能训练等 21 项健康指标快速采集、上传、存储，健康筛查/评估/随访问卷模块，为肺癌、高血压、糖尿病患者进行跟踪治疗，集成国远会议 APP 支持音视频会诊、多模态网络安全接入、远端专家线上调阅。

应用情况：该 5G 健康一体机已应用于郑州大学第一附属医院。借助 5G 高速网络，实现了远程医疗咨询、健康监测与数据分析的高效整合，极大地提升了基层医疗服务的质量和效率；通过集成的多种高精度传感器，设备能够进行血压、血糖、心率等多项生理指标的实时监测，确保数据的准确性和即时性；利用 5G 的低延迟特性，一体机支持高清视频通话，使医生能够远程指导患者进行健康管理，甚至进行初步的疾病诊断，大大增强了医疗服务的可及性和互动性。5G 健康一体机内置的健康随访系统，辅助患者进行日常健康管理，同时支持数据上传至云端，便于医生进行长期跟踪和深入分析，提升了慢性病管理和疾病预防的精准度。设备还支持远程固件升级和功能扩展，保证了技术的持续更新与优化，更好地适应未来医疗健康服务的需求变化。

效益分析：5G 健康一体机通过其一体化设计，实现了设备的高度集成与便携性，仅需携带主机即可完成随访任务，极大地减轻了医护人员的负担，提高了工作效率。同时，内置的多种通讯模块和身份识别模块，确保了数据传输的安全性和患者信息的准确性，为医疗服务的精准化提供了有力保障。一体机支持多项健康指标的快速采集、上传与存储，使医疗机构能够更全面、准确地了解患者的健康状况，为疾病的早期发现、预防和治疗提供了有力支持。另外，配备健康筛查/评估/随访问卷模块，能够针对肺癌、高血压、糖尿病等慢性病进行跟踪治疗，为患者提供个性化的健康管理方案。

同时，集成的国远会议 APP 支持音视频会诊、多模态网络安全接入、远端专家线上调阅等功能，使得远程医疗服务成为可能，打破了地域限制，为患者提供了更加便捷、高效的医疗服务。

4、豫种田数字农业管理平台

所属院系：数学与统计学院

成果简介：豫种田数字农业管理平台是一个以大数据、云计算、物联网、AI 大模型算法等数字技术为基础，专注于粮食产业升级和国家粮食安全的农业互联网平台。该平台包含四大系统：生产管理系统、数字粮田资产包系统、产业要素流通商城和投融资管理系统。通过数字化手段，平台重构了粮食产业的经营链，解决了销售、金融和技术三大难题，推动了现代农业的生产、经营和产业体系构建。采用“融智、融资、融人”的共赢理念，平台促进了粮食管理的数字化、要素交易的智能化、资产运营的可视化和新农人创业的生态化，推动产业由“产供销”向“销供产”模式转变，为河南粮食产业的融合发展和国家粮食安全、乡村振兴战略提供了一套可持续的综合解决方案。

应用情况：豫种田平台目前已服务约 60 万亩农田，特别为黄泛区农场量身打造泛区农场豫种田，涵盖泛区集团旗下 40 多万亩农田,包括黄泛区内部农场 8 万亩、社会化服务农场约 14 万亩及国外服务农场约 20 万亩。平台实现土地实时监控，有效解决国内外土地管理挑战。平台通过 APP 采集农事数据，结合卫星遥感与无人机影像，进行数据建模分析并生成图表，实现远程苗情诊断与监测，实现精准决策。

此外，平台实现了投入品的统一供应、统一应用和质量追溯监管，推动农业数字化，助力集团现代农业发展，保障粮食安全。2024 年 4 月，河南日报农村版头版报道其应用示范，同年 10 月，平台与黄泛区农场签订合作项目，进一步加速集团农业现代化进程。

效益分析：通过平台的创新应用，我们有效推动了大田作物种植向规模化、集约化和数字化转型，这不仅提高了种植效率，还降低了生产成本。具体地，亩均投入成本降低了约 15%，而亩均收益则提升了约 8%，从而实现了成本的优化和效益的提升。

举例说明：2020 年 10 月，平台在焦作武陟乔庙镇黄村第一个村集体试验效果。村集体向村民流转 2441 亩地，利用平台进行数字化管理，每亩总体增效 300 元，扣除农民每年获得 1100 地租+分红，村集体 2021 年在受灾的情况下创收 120 万元；2022 年村集体创收 300 余万元；2023 年村集体通过为秋乐种业育种创收又比 2022 年提升 30%。

5、集成核电子学系统

所属院系：物理学院

成果简介：集成核电子学系统是一款应用于核燃料棒富集度检测领域的集成化电子设备，该设备集成放大器、单道脉冲幅度分析器和定时数据采集卡于一体，集成度高；支持 220V 市电供电，更加便携；最多支持 64 通道探测器，能够满足核元件厂多路检测通道需求；网络接口通信方式，突破了检测部分与上位机设备放置距离的限制，实现了更远距离的信号传输。

允许电荷输入范围为 2pC~20pC，单通道计数率达到 1.4M，系统时间分辨力小于 $1\mu\text{s}$ 。单道输出信号脉冲宽度为 $0.2\mu\text{s}\sim 0.5\mu\text{s}$ （FPGA 内部实现），阈值为 0.1~10V，阈值漂移不大于 10mV；积分非线性好于 0.5%，具备与 BHS-M8 型多道符合与反符合的功能。集成核电子学系统机箱上包含 14 路输入、14 路输出 IO 端口和 64 路信号输入口，同时配备信号工作指示灯，输入输出接口采用小型化 LEMO 接口。

应用情况：目前该产品已经应用于国内核元件厂的核燃料棒富集度均匀性检测现场，设备技术指标满足现场测试要求。同时该产品具有可扩展性，核技术领域相关的核辐射检测都可以依托本产品进行研发。可将此系统制成小型手持检测装置，广泛应用于医院、矿井、核燃料仓库；经进一步完善有望搭载到飞船用于宇宙高能射线的捕获和检测和空间物理学的研究；本产品也可应用与正电子发射断层扫描(PET)系统。

效益分析：集成核电子学系统能够同时实现 64 通道在高低两个能区并行检测，一套系统可以完成传统单道 64 套的检测工作量，提高了检测效率，降低了检测成本。

国内现有的单道脉冲幅度分析器，单次测量完一个通道后都需要手动、逐道地改变道中心阈值。本系统每通道放大倍数、单道的上下阈值，采集时间等均可通过上位机软件进行调节，操作更加方便。一个核元件厂只需要配备数台集成核电子学设备，即可满足日常检测需求。

6、燃气管网安全运营监测关键技术研究及示范应用

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：针对物流、燃气及区域治安防控中的复杂安全问题，项目组研究了纵火行为监测预警、重点人员与车辆监测、入侵检测和仪表读数识别等多项关键技术。首先，提出了改进的 YOLOv5 算法结合间隔注意力机制，实现了91.8% mAP 的小型火焰检测精度，显著提升了火焰检测能力。

其次，研究了重点人员和车辆的监测技术，人脸、车牌识别率在 30 米范围内均达到 100%，确保了精准识别。此外，开发了基于BiGAN和CM-k-means聚类模型的网络入侵检测系统，增强了网络安全防护能力。同时，提出了基于改进 YOLO算法的指针式仪表读数，实现了对燃气管道指标实时监测。

这些技术对相关领域的安全管理提供了坚实保障，实现了对物流园区、关键基础设施和城市治安的全方位监控与风险评估。

应用情况：项目组研究的相关系统平台和技术已在物流园区、机关单位、社区和学校及燃气管网等多个领域成功应用，效果显著。

物流园区：在万邦国际农产品物流园区等部署，实现了对人员、车辆的有效管控和消防重点部位的实时监测，为中牟县公安局提供 80 条有效线索，识别犯罪嫌疑人 8 人，大大提升了园区的社会治安防控和维稳处突能力。

机关单位、社区与学校：在兰考县公安局、龙翔嘉苑社区和龙翔中学示范应用，通过多维感知技术和公安数据构建全息人像档案库，提升了区域内的治安防控能力和技术水平。

燃气管网：在三伊线和郑州天然气储运中心，项目组部署了一体化智能防控平台，通过安装高精度传感器和数据分析系统，实现了对燃气管道的实时监控与预警。

效益分析：项目投入 1000 多万元开展科学研究，形成了多项创新性研究成果，在物流园区、机关单位、社区、学校及燃气管网等领域实现了广泛的应用。项目成果显著提升了各领域的安全管理水平，减少了因治安问题和事故带来的直接与间接经济损失，促进了地方经济的稳定发展。同时，通过提高公安机关的打击犯罪效率和响应速度，有效节约了警用经费，并通过资源整合和自动化管理降低了运营成本。

此外，在燃气管网方面，实时监控和预警机制大幅降低了事故发生率，推动了行业的智能化转型。项目组研究开发的平台产品每年出售 10 余套，产生的直接经济效益 14000 万元以上，新增利税 1000 万以上，新增公益岗位 100 位以上。项目不仅产生了显著的社会和经济效益，还展示了广阔的成果转化前景，为未来的大规模推广应用奠定了坚实基础。

7、机械手视觉标定高精度方法及软件库

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：针对基于图像引导的工业机器人在自动抓取目标或医疗机器人对手术部位进行高精度定位时，手眼标定共性关键技术被国外垄断，且精度有限问题，发明了一种机器人视觉系统的手眼标定高精度方法，并进行了软件实现。

技术创新点：主要针对 SCARA 机械手视觉系统的两种典型相机安装方式，提出了使用简便，精度高的“一键”手眼标定算法，定位误差可达到 1 微米以内。相关成果获发明专利授权 2 项（ZL201810933936.8, ZL201910482173.4.）。

应用前景：可用于智能手机产品缺陷检测自动化生产线上等

应用情况：已在京东方等自动化生产线上推广应用。

效益分析：具有 10 倍的投入/产出效益，具有良好的经济与社会效益。

8、航空器起降综合监视系统

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：本成果提供了一种航空器起降状态综合监视（训练）装备及软件系统，主要包括：跑道中线监视设备、全局监视设备、智能视频处理单元、网络电子存储阵列、光端机及光纤通信模块、伺服转台与伺服驱动控制单元及相应的安全可控软件系统等。本成果主要用于特定场景中航空器起降作业的多视角、多波段监视、引导、质量分析等任务，具有快速自适应对（变）焦，自动手动一体追踪等功能，既可在实际场景中部署应用，也可对相关场景中的地面作业人员提供高保真的训练体验。

应用情况：本成果已成功应用于海军航空大学舰载机起降引导中的某教学实操环节，为国产航母舰载机起降指挥员提供了仿实装环境的高保真训练体验，为指挥员熟悉作业流程与要领，了解实装功能与操作步骤提供了技术支撑与装备保障。

效益分析：本成果有力支撑了国产航母舰载机起降引导训练中的必修实操环节，对指挥员上舰前熟悉起降引导作业流程与要领，了解实装功能与操作步骤具有不可替代的实际意义，为国产航母舰载机起降引导指挥人才的训练培养提供了关键技术支撑，具有良好的国防效益。

9、基于拟态计算的破译解密系统

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：梳理和分析破译解密算法及核算的时间、空间、能耗不同维度特性，创新突破面向破译解密领域的高效能计算架构，构建以“破译解密平台+智脑”为核心、具有实战能力的破译解密计算系统，为文件、协议、专线和涉外等多种场景提供高效能、分布式协同和灵活可扩展的技术、产品和平台支撑。

系统支持 SHA1、SHA256、SHA512、MD5 等杂凑算法；支持 DES、AES、RC4 对称加密算法；支持 DH、RSA 非对称加密算法；支持 Office 2003-2016、RAR3/5、7-ZIP、WinZIP、PDF1.1-1.7 等文档类加密算法；支持 SSL/TLS、IPSec 网络协议类加密算法等的破译。

在破译率方面，NTLM 算法为 32.84%；SSHA-512 为 80%；VPN-PPTP 和 DES 为 100%；专线链路为 77%，具有很好的实战效果。

应用情况：随着互联网用户的增多，涉及秘密信息和加密文档也在不断增多。现今流行的口令加密算法多达 300 种，加密算法的多样性、应用的时效性以及计算的密集性均对计算能力、解算种类和攻击方法提出了很高的要求。例如,某安全部门截获了“法轮功”141549 个 SSHA512 加密 Hash 数据，但仅破译了其中的 5702 个，恢复率仅为 4.03%。面对日渐积累庞大的加密数据，如何快速有效地分析和恢复，获取明文数据及口令，将对相关业务部门工作的开展和深入具有重要的意义。

目前，与无锡聚算科技有限公司合作开发的“高性能口令恢复平台系统”，在北京安全局、上海安全局、无锡安全局、新疆安全局、广州汇智和南京烽火进行了实际应用，实现了 VPN 百分之百的破译解密。

效益分析：口令破译作为筛选不良信息的关键环节，一般部署在网络通信的出入口，是电子侦察的重要技术。企业为防数据泄露，需检测口令强度；数据恢复服务也依赖它找回丢失密码的数据；执法机构借此获取证据；新兴技术领域对其也有安全评估需求，整体市场效益可观且呈增长态势。

本成果提出了基于拟态计算的知识库口令恢复系统，结合拟态异构计算部件，通过软硬件协同方式工作，利用拟态系统高性能、高效能的特点，快速完成口令恢复任务。此外，接入拟态智脑口令库，通过高效的筛选机制精准生成有效口令，大幅削减了需要尝试的口令范围，从而显著缩短了整体所需的计算时间，有力提升了口令破译的效率。

10、增强现实半实物数控实训考核一体机

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：为解决传统数控实训的难题，提供了全新的数控实训解决方案。以高精度虚拟模型为核心，通过实时数据同步，实现了物理设备与虚拟环境的深度融合。为受训者构建了一个虚实结合的半实物场景，即通过物联网和传感器技术实现真实设备与数字化模型的双向联动。根据数控机床的特点，重新设计了一台小型数控机床的结构，并在其关键部位嵌入传感器和数据采集模块，用于捕获受训者的操作行为及机床状态信息，实现对操作关键点的精准检测和实时评估。

应用情况：将现实世界与虚拟世界相结合，为学生提供更丰富、更生动的学习体验。学生可以通过沉浸式的虚拟场景进行学习，跨越时空和地域的限制，体验到以往无法触及的知识和体验，拓展了传统教育的边界，提供了更多样化、个性化的学习方式，激发了学生的学习兴趣 and 创造力。它还可以打破地理位置的限制，让更多的学生能够获得优质的教育资源，促进教育公平。此外，也为教育教学带来了创新和变革，推动了教育信息化、智能化的发展，有助于培养适应未来社会需求的人才，满足大众对高质量教育的需求。

效益分析：具有较大的市场应用前景。

11、面向大规模人群的柔性可穿戴心电智能监测与预警服务平台

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：人们期待可以轻松通过可穿戴设备持续监测自己的心脏健康，可以预警如急性心肌梗死等潜在的危及生命的心脏疾病。2019 年，可穿戴心电腕表入选《麻省理工科技评论》“全球十大突破性技术”，然而，评论又指出“现阶段的可穿戴心电腕表仍然只有一个传感器，而真正的心电图设备则有 12 个传感器”。针对传统的 12 导联动态心电图仪（Holter）舒适性、便利性、实时性差的堵点问题，迫切需要一种颠覆性的新技术：让 12 导联加电极片监测方式的 Holter 变成“衣服”，让原本需要专业人员操作的医疗设备真正能走入家庭、走入各行各业，并可实时得到心电图的分析诊断，实现心脏疾病的早发现、早诊断、早治疗。

为此，在国家重点研发计划等项目的支持下，围绕可穿戴心电仪、心电数据库构建、AI 算法和云服务平台开发等主要关键技术，通过“医工交叉”协同攻关，实现了上述目标，开启了我国心电筛查与防护新模式。本项目主要创新工作如下：

1.发明了柔性可穿戴心电衣。攻克了传感电极材料、制衣面料研制等技术难点，实现了可水洗、易拉伸、亲肤不易过敏的柔性传感材料及导联体系，发明了取代传统 Holter 的革新性产品——智能心电衣，解决了佩戴舒适性、便利性的痛点问题。针对柔性织物干电极与皮肤之间的阻抗较大、运动位移等引起信号干扰的难点问题，提出了基于多层次心电信号噪声抑制等关键技术，实现了心电信号数据的高质量采集。该 12 导联心电衣获得 NMPA 二类医疗器械注册证，成为唯一在全国实现自动化量产的智能心电衣产品，目前已出口到六十多个国家。

2.研发了人机融合心电智能标注技术。基于该技术，构建了世界领先的真实世界大规模多人群心电数据库，包括儿童心电、起搏器心电、危重心电事件稀缺样本等多类型数据库。已与中国食品药品检定研究院共建心电人工智能国家标准数据库。

两技术入选 2022 年度工信部人工智能医疗器械创新任务应用平台类和数据库类揭榜项目。

3.提出了高阶复杂关联建模实时鲁棒心电算法。针对开放环境下的多类噪声干扰、异构心电设备信号错配、异常小样本学习难的突出问题，提出了基于复杂关联建模的心电多类型事件分析算法，解决了开放环境下多类型心电数据的鲁棒智能分析问题。该算法支持 40 种心电事件类型识别、16种参数分析，覆盖 90%临床诊断结论。算法系列成果发表在IEEE TPAMI 等人工智能顶级期刊。

4.开发了心电智能算法服务数字底座平台。针对大规模人群服务数据高并发和 AI 预警实时性的关键问题，提出了心电危急值自适应服务调度算法，开发了支持大规模部署的心电智能算法服务数字底座平台。作为第三方开放共享服务平台，具备丰富的 API 接口，支持包括单导联、多导联、静态心电、动态心电等多厂家心电设备。AI 预警技术可与 120急救平台联动，使心梗患者赢取 90 分钟黄金救助时间成为可能。目前已成功处置中高危患者 15493 人。

应用情况：平台主要面向慢性病健康监测、管理与服务，致力于医疗服务的良好体验和医疗大数据分析，构建“互联网+”医疗与健康服务开放共享平台。2023 年，项目“面向大规模人群的柔性可穿戴心电智能监测与预警服务平台及应用”获 2023 年度河南省科技进步一等奖。

效益分析：项目省内累计服务 1581.79 万人次，12 导联心电图占比 75%，18 导联心电图占比 10%，24h 动态心电图占比 15%。据河南省医疗服务价格项目规范（20210301 版），三种规格心电图收费价格分别为 26.4、46.8、308 元/人次。

其中省外长程动态心电服务 107805 人次，患者平均佩戴 5天，按国内统一收费编码，动态心电图 150 元（编码310701003.+心电事件记录 70 元（编码 310701007.，共 220元计算。利润率为 60%，省内单位收入 111801.11 万元，利润 67080.67 万元。省外单位收入 11858.56 万元，利润 7115.13 万元。累计总收入 123659.67 万元，总利润 74195.8 万元。

12、内置位置检测功能的智能电磁阀系统

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：电磁阀是机械设计及液压传动系统中最常用的控制元器件。液压系统中需要准确检测液压阀的开关位置，以实现精确控制流量的功能。但是现有的直线位移传感器（LVDT）本身体积较大，会导致电磁阀体积增大，结构复杂度升高等问题，而且 LVDT 是接触式测量，寿命有限。本项目采用小型磁性传感器研发了一种电磁阀开关位置的精确检测系统，具有小型化（不增大电磁阀原有体积）、高可靠性等优点。可以应用于电磁阀开关控制、电磁阀位置反馈等众多领域。

技术指标：传感器灵敏度>10mV/V/mT；信噪比>100；电磁阀开关导致的传感器信号变化>0.2V/V。

应用情况：本项目研发的内置位置检测功能的智能电磁阀系统可以广泛应用于可靠性要求较高的电磁阀系统中。

本项目正在与安阳市华阳电磁铁制造有限公司洽谈合作。专利授权后，拟授权上述企业使用。

效益分析：本项目研发的内置位置检测功能的智能电磁阀系统体积小巧，无需大幅度改变电磁阀的设计，仅仅需要在电磁阀的管帽处流出磁性传感器的空间即可。企业前期投入基本可以忽略。效益方面，大批量量产后，本项目产品的成本可以压缩到 6 元以下，与现有市场上的 70 元以上的成本相比，具有极大的利润空间。

13、先进超薄金刚石切割片制备技术

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：随着集成电路产业的逐步小型化和芯片微型化，对硅片的生产提出了更高的要求，切割是整个硅片制造过程中最重要的环节，其直接影响后续加工过程。因此，如何高效、低损耗地切割硅片，获得高质量、高精度、高稳定性、高耐久性的硅片已成为亟待解决的问题。因此，急需研发力学性能和切削性能优异的划片刀，突破依赖国外进口的技术瓶颈。

本课题以高精度、高耐磨、低成本、长寿命为目标，采用复合电沉积技术研制出了镍基无轮毂型超薄金刚石划片刀的制备装置、钝化刀具锐化修正装置、工艺路线，研发出了厚度均一、力学性能及切割性能优异的无轮毂型超薄金刚石划片刀，填补国内在该领域的空白，突破了传统刀具的技术瓶颈。

应用情况：国内外对金刚石超薄切割片的研究主要以镍基为主，但随着微电子产业的蓬勃发展，传统镍基金刚石超薄切割片已无法满足行业要求。同时目前由于各种因素镍金属的价格攀升，现寻找一种可代替镍基的材料尤为紧迫，本课题致力于以性能更加优异的镍-硼基质合金代替纯镍基，制备出性能更加优异的镍-硼/金刚石超薄切割片。

效益分析：本项目投入阶段的成本主要包括电镀液，按照国药价格标准，经核算每升镀液成本为 100 元(人名币)。

14、基于全国产化软硬件的物联网安全防御网关

LEMON

所属院系：网络空间安全学院

成果简介：物联网安全防御网关 LEMON 采用全国产化硬件架构自研板卡和国产化操作系统华为欧拉，搭载高性能算力芯片及数据安全加密芯片，具备丰富外置接口及边缘运算处理能力，提供终端扫描、行为基线、数据融合与加密等边缘网络安全防御功能，并结合云端网络安全统一管控平台，为物联终端及网络设备提供指纹库、准入规则、AI 智能分析等网络安全策略，支持仿冒接入、非法外联、漏洞发现、冒用设备等网络安全异常事件监测，具备边端侧网络及数据安全防御能力，增强边缘数据及终端网络安全。

应用情况：依据河南水利厅网络安全等级保护政策及建设要求，应用于卫共流域物联网监测终端、网络设备等接入提供网络安全防御能力，支持数据实时监测、入侵检测、恶意攻击阻断等全方位边端安全保护，并结合云端网络安全统一管控平台，为边缘终端及网络设备提供多层次网络安全策略，形成一体化网络安全建设方案，项目共计部署 120 余台产品设备。

效益分析：物联网安全防御网关 LEMON 可用于降低安全事件带来的潜在经济损失，减少因数据泄露、设备故障等导致的维修、赔偿和业务中断成本；优化网络性能，通过过滤恶意流量等方式减少带宽占用，提升物联网系统整体运行效率；增强系统安全性，有效防御多种网络攻击，保护数据隐私和设备安全，市场应用前景广阔。

15、基于全国产化软硬件的物联网安全防御网关

LEMON-ES

所属院系：网络空间安全学院

成果简介：物联网安全防御网关 LEMON-ES 采用全国产化硬件架构自研板卡和国产化操作系统华为欧拉，搭载高性能算力芯片，具备丰富外置接口及边缘运算处理能力，提供终端扫描、行为基线、数据融合与加密等边缘网络安全防御功能，并结合云端网络安全统一管控平台，为物联终端及网络设备提供指纹库、准入规则、AI 智能分析等网络安全策略，支持仿冒接入、非法外联、漏洞发现、冒用设备等网络安全异常事件监测，具备边端侧网络及数据安全防御能力，增强边缘数据及终端网络安全。

应用情况：依据河南水利厅网络安全等级保护政策及建设要求，应用于卫共流域物联网监测终端、网络设备等接入提供网络安全防御能力，支持数据实时监测、入侵检测、恶意攻击阻断等全方位边端安全保护，并结合云端网络安全统一管控平台，为边缘终端及网络设备提供多层次网络安全策略，形成一体化网络安全建设方案，项目共计部署 120 余台产品设备。

效益分析：物联网安全防御网关 LEMON-ES 可用于降低安全事件带来的潜在经济损失，减少因数据泄露、设备故障等导致的维修、赔偿和业务中断成本；优化网络性能，通过过滤恶意流量等方式减少带宽占用，提升物联网系统整体运行效率；增强系统安全性，有效防御多种网络攻击，保护数据隐私和设备安全，市场应用前景广阔。

16、基于国产化架构体系的边缘 AI 安全主机

LEMON-AI

所属院系：网络空间安全学院

成果简介：边缘 AI 安全主机 LEMON-AI 是一款专注于数据安全和边缘 AI 智能的全国产化硬件平台，主机搭载高性能 AI 算力芯片，提供边端多场景 AI 识别算法及多重智能预警推送服务，结合云端 AI 模型库平台百余种智能识别算法，提供“云-边-端”一体化智能识别解决方案，并搭载国产化安全芯片，自身具备边缘智能化数据安全防护能力。

应用情况：与国内知名连锁品牌深度合作，打造 AI 数字化餐饮解决方案，通过应用客流统计、行为识别等多种 AI 算法，实现门店智能监控，帮助改善经营策略，优化人员配置。

与省内大型国有企业深度合作，打造智慧粮库智能监管解决方案，采集粮食周转各环节数据信息，对粮库实时进行 AI 视觉分析，方案利用粮食监管识别、库区安全监管识别、车辆识别、人员行为识别等 AI 算法，实现可视化远程监管、精准化应急调控。

与国内知名上市企业深度合作，打造智慧矿山 AI 智能化监管方案，基于 AI 视觉分析模型提供三违作业管理、主煤流运输系统、辅助运输系统中的异常风险，实时对地面和井下关键点位进行矿山安全监测预警。

项目共计部署 500 余台产品设备。

效益分析：边缘 AI 安全主机 LEMON-AI 作为全国产化硬件平台，凭借高性能 AI 算力芯片提供边端多场景 AI 识别算法与多重智能预警推送服务，结合云端丰富智能识别算法打造“云-边-端”一体化智能识别解决方案，且搭载国产化安全芯片具备边缘智能化数据安全防护能力，能降低因数据安全问题产生的潜在损失，减少因安全隐患导致的各类成本支出，优化智能识别相关业务开展的效率，提升整体智能应用的运行效能，增强系统在数据及智能应用方面的安全性，有力保护数据隐私及设备稳定，市场应用前景广阔。

17、物联网智能集成开发板

所属院系：网络空间安全学院

成果简介：物联网智能集成开发板，创新性的实现了开发板运行情况实时监督，以支持实验教学的全过程监管与分析。该开发板基于物联网“感、传、知、用”四个层面，采用拆分独立的模块化结构设计，兼容多协议多设备接入，板载硬件资源丰富，外扩功能强大，提供多协议、多传感、多模组的智能物联网集成开发套件，及专业课程综合实验和智能创新应用基础搭建环境，结合可视化搭建、一站式开发的微应用软件开发平台，满足教学中各类的实验项目需求。

应用情况：与国内多所知名大学及中小学院校合作，打造“一生一平台”特色物联网工程学科以培养学生的创新能力和实践能力，基于物联网“感、传、知、用”四个层面，为学生配发多协议、多传感、多模组的智能物联网集成开发套件，并提供专业课程综合实验和智能创新应用基础搭建环境，及可视化搭建、一站式开发的微应用软件开发平台，为学生提供软、硬件一体化教学实践，配合课堂教学及丰富的教学实践案例，激发学生学习兴趣和创新实践潜能，使每位学生结合自身兴趣爱好组建创新团队，搭建物联网完整应用场景，并通过完善的课程体系、实践教学体系、师资队伍、教学资源、企业应用等要素，为学生提供个性化、系统化的教育，培养学生创新精神，共计部署 500 余台产品设备。

效益分析：物联网智能集成开发板凭借实验过程实时监督、模块化结构设计、多协议多设备接入支持以及丰富板载硬件资源与强大外扩功能，提供智能物联网集成开发套件、专业课程综合实验及智能创新应用基础搭建环境，结合可视化搭建、一站式开发的微应用软件开发平台，不仅能高效助力教学中各类实验项目的开展，保障教学质量与实践效果，还可降低教学资源整合成本，提升物联网相关知识与技能的传授效率，在教育领域有着积极且重要的应用价值，市场应用前景广阔。

18、天然气处理厂三维可视化平台

所属院系：地球科学与技术学院

成果简介：以油气田企业天然气处理站为业务场景，建设三维可视化平台，综合展示天然气处理站三维模型，同时接入安全管理各类数据，实现物理空间实体与虚拟空间模型的映射，立体化综合展示场站平面布局、设备设施、工艺流程、生产实时数据，让数据“立体”展示，安全管理人员通过“一张图”综合全面掌握场站的安全管理现状，实现安全高效的智能化运营。

应用情况：在油气田企业的天然气处理站，三维可视化平台成为提升安全管理效率与智能化运营的关键工具。该平台通过构建高精度的三维模型，将天然气处理站的设备设施、工艺流程、平面布局以及生产实时数据全面立体地呈现给安全管理人员。他们只需轻点鼠标，即可“穿梭”于虚拟场站之中，直观掌握每一处细节。这种“身临其境”的管理方式，不仅让安全管理更加精准高效，还帮助企业及时发现并处理潜在的安全隐患，确保生产运行的安全稳定。此外，该平台还能实现数据的实时更新与共享，为企业的智能化决策提供有力支持。

效益分析：上述三维可视化平台项目在油气田企业天然气处理站的应用，带来了显著的效益。从投入来看，主要包括三维建模、平台开发、数据接入等成本。然而，这些投入在短期内即能见到回报。通过该平台，企业能够大幅提升安全管理效率，减少因设备故障、工艺流程异常等导致的安全事故，从而降低损失。同时，该平台还能帮助企业实现智能化运营，优化生产流程，提高生产效率。综合来看，该项目的投入产出比极高，不仅能够为企业节省大量的人力、物力和财力成本，还能显著提升企业的竞争力和盈利能力。因此，该项目的实施对于油气田企业的可持续发展具有重要意义。

19、多模态健康医疗大数据治理平台

所属院系：第一临床医学院

成果简介：通过构建多模态医疗大数据湖，将医院现有的多源异构数据统一汇集，集中管理。将数据湖作为缓冲层，减少直接对接业务库带来数据管理压力，解决了多数据源管理的复杂性，提高了数据处理效率；实现了增量数据自动抽取和变化量记录，支持 3-5 年每年 20%数据增长，确保数据一致性和可追溯性；构建了分布式分析型数据库，支持结构化非结构化数据存储管理；支持高并发查询，采用多层安全措施；建设了融合数据集成工具、数据运营管理工具统一平台，简化了数据管理和运营流程。

应用情况：目前利用该平台，已经完成了郑州大学第一附属医院 18 个医疗业务系统、2.95 万个数据表、446 亿条数据的汇聚，利用自然语言处理（NLP）技术，通过段落拆解、变量提取、融合和映射等，实现了数据的统一入湖、统一清洗与治理，为多模态数据的采集与汇聚提供了有效支撑。并围绕威胁人民群众生命健康的典型重大和急慢性病种，建设肺癌、女性两癌（宫颈癌和乳腺癌）、糖尿病等 3 个标准专病库，其中肺癌专病库覆盖 9.6 万名患者，包含 1.9 亿条结构化数据；女性两癌专病库覆盖患者 6.7 万名患者，包含 1.5 亿条结构化数据；糖尿病专病库覆盖 35.9 万患者，包含 4.3 亿条结构化数据，为提升临床研究质量和疾病诊疗水平提供重要支撑。

效益分析：在投入方面，前期主要集中于系统的研发成本，涵盖专业技术人员的人力投入、数据采集与存储设备的购置以及算法优化的费用等。在产出效益方面，短期内可提升医院内部数据管理效率，减少数据处理的人力和时间成本，预计每年可节省大量的人工数据清洗成本。长期而言，通过对医疗大数据的深度挖掘和治理，可为精准医疗、疾病预测等提供有力支持，有望提高医疗服务质量，吸引更多患者就医，进而增加医院的营业收入。同时，其数据整合与治理成果还可为医学科研提供丰富资源，加速科研成果产出，提升医院的科研竞争力和社会影响力，创造难以估量的间接效益，整体投入产出比较好，具有广阔的市场推广价值和应用前景。

20、产品外观缺陷检测系统

所属院系：物理学院

成果简介：产品外观缺损检测系统，对工业领域的元件表面检测具有普适性，可以实现不同材质物体表面的快速、准确检测，为筛选瑕疵产品、把控产品质量提供了新方法。系统包含硬件系统与软件系统，能够实现机械传送、图像采集、缺损检测、实时显示等功能。系统的科学设计，有效降低了元件表面复杂的形态、纹理、色度等特征对缺损检测的影响，对各种类型的缺损均取得了较好的检测效果。系统检测准确率为 98.9%，其中缺损元件的检出率达 100%，且单个元件检测所需时间不超过 0.4s，满足工业自动化检测的要求。

应用情况：可以广泛应用于对工业领域的产品外观缺陷检测中，可以实现不同材质物体表面的快速、准确检测，为筛选瑕疵产品、把控产品质量提供了新方法。本系统成功部署于工业生产现场，实现与我国首条“示范快堆 MOX 组件生产线”配套，助力中国核电事业的高质量发展。

效益分析：按照我国产业发展规模和智能制造发展趋势，我国该领域近几年市场规模在 25 亿左右，年增长率 30%。根据项目具体落地场景，项目规模 20 万元~500 万元，如果能够利用该项技术，进行充分的市场推广，年产值可达 2 亿元左右。

21、便携式伽马射线探测仪

所属院系：物理学院、中原之光实验室

成果简介：便携式伽马射线探测仪是一款集高效、精准于一体的科学探测工具。该仪器主要用于核辐射监测、地球科学研究、矿物探测和建筑装修等领域，能够实时测量伽马射线的能量分布，及时发现并评估辐射污染情况。该探测仪具备高灵敏度，能准确探测到低剂量伽马射线，并具备超远距离准确定位能力。其采用全新编码成像技术，显著提高探测效率与准确性。同时，仪器还集成了高性能的闪烁体探测器及先进的电子学硬件，确保辐射探测的高效性和稳定性。技术创新点在于其高度集成化和便携性设计，无需外部线缆连接，最大限度降低了在放射性现场使用中受污染的风险。此外，该探测仪还具备防水、防震、耐高低温等特性，适应多种恶劣工作环境，满足全天候作业需求。其独特的优势在于操作简便、用户界面友好，为科研人员提供了极大的便利。

应用情况：便携式伽马射线探测仪在多个领域有着广泛的应用。在核设施、核废料处理场等核辐射监测场景中，它能够及时发现并评估辐射污染情况，为核安全提供重要保障；在地球科学研究领域，该仪器可用于测量岩石、土壤等自然物质的放射性特征，为研究地球内部结构和地质演化提供数据支持；在建筑与装修领域，便携式伽马射线探测仪能够快速、准确地检测材料中的放射性水平，帮助建筑商、装修公司和消费者识别并避免使用放射性超标的材料，从而保障居住和工作环境的安全。随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，便携式伽马射线探测仪正逐步实现从实验室研究到实际应用的转化，为环境保护、资源勘探等领域带来了更加精准、高效的解决方案。便携式伽马射线探测仪项目正与多家科研机构、环保部门及矿业企业接触，共同推动其在各领域的深入应用。

效益分析：便携式伽马射线探测仪的投入主要包括设备购置成本、研发成本及运维成本等。虽然初期投入相对较高，但其带来的产出效益显著。探测仪广泛应用于核辐射监测、地质勘探、矿物探测等多个领域，能够准确、快速地探测伽马射线，有效保障人员和环境安全。在核设施维护、环境监测等关键场景中，其高灵敏度和快速响应能力大大提升了工作效率和准确性，降低了因辐射污染带来的潜在风险。从经济效益来看，便携式伽马射线探测仪的应用有助于企业避免因辐射污染导致的法律纠纷和经济损失，同时其高效的工作性能也提升了业务处理速度，降低了人力成本。此外，随着技术的不断成熟和应用领域的拓展，该探测仪的市场需求持续增长，为相关企业带来了可观的经济收益。综上，便携式伽马射线探测仪的投入产出比高，具有显著的经济效益和社会效益。

22、便携式手机端医疗级心电图实时监测系统

所属院系：物理学院

成果简介：目前医院使用的医疗级十二导联心电监测系统，需要佩戴繁重的心电监测电极，具有明显的时间和地点限制性。而目前市场商用的心电监测手环的设备监测精度无法达到医疗级。我们研发了一种便携式手机端医疗级心电图实时监测系统，该系统在各种移动场景下具有优异的可靠性和心电信号监测稳定性。通过整合 BMD101 第三代生物信号检测和处理 SOC 与蓝牙 MCU 进行集成，并通过定制化的手机移动 APP 接收蓝牙模块传输的心电数据，用准确数据绘制心电图并统计实时心率和平均心率，在界面直观展示心率下限、上限设置及不同状态下的平均心率等信息，可实现手机端医疗级的心电监测，具有便携，低成本，高精度的优点，在便携式医疗级心电图监测方面具有很好的应用前景和市场空间。

应用情况：该产品是一款便携式手机端医疗级心电图实时监测系统，可以提升多种场景下的医疗级精准心电图监测，例如运动，工作，休息等各种场景，尤其是在运动状态下能滤除杂波并提高心电信号监测的保真度，适用于远程医疗、日常健康监护和运动医学等领域。另一方面，将该款产品进行先进封装后可大批量生产医疗级智能可穿戴设备：解决目前智能手表、健康手环等设备的心电信号监测精度问题，实现更精准的便携式健康数据追踪。目前该款产品与我省的国家高新技术企业、国家专精特新重点“小巨人”企业河南优德医疗设备股份有限公司达成产学研合作意向，将我们的核心技术与公司的大规模生产线相结合，拟进行技术转化和商业化市场推广。

效益分析：

社会效益：通过便携式心电监测装置的普及，可以对心脑血管疾病患者或者潜在风险人群进行便捷的实时心电图监测，预防心脑血管疾病发作。降低心脏病发病率，及时发现心脏异常，和心脑血管疾病发病症状，可以有效降低心脑血管疾病的发病率和死亡率。为心脑血管疾病患者提供持续的心电监测，帮助他们更好地管理病情，提高生活质量。促进医疗资源合理分配，用户可以随时在手机端进行实时的心电图监测，减少对医疗机构的依赖，促进医疗资源合理分配。

经济效益：市场潜力巨大，随着人口老龄化和健康意识的提升，便携式心电监测装置市场需求旺盛，市场潜力巨大。根据成本分析和收入预测，该产品的利润率较高，具有良好的盈利能力。便携式心电监测装置还可以帮助患者减少不必要的医疗检查和治疗，降低医疗成本。

23、基于内窥镜图像的常见肿瘤AI辅助诊断系统

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：内窥镜检查是结直肠癌、食管癌和胃癌等消化道肿瘤筛查的重要手段。该成果基于内窥镜图像，设计并实现了一种常见消化道肿瘤的通用型 AI 辅助诊断系统。其主要功能包括肿瘤的自动定位检测、智能分割和 AI 辅助诊断。系统的主要特点是实现了人机交互的分割标注功能。通过先利用独自设计的具有知识产权的分割算法，分割出病灶，再通过医生确认修改的方式，可以高效产出高质量标注数据，再利用标注数据不断优化分割算法，动态地不断提高系统性能。该成果通过人工智能赋能，可以有效提高临床消化道肿瘤的诊断效率和水平，具有良好的临床应用和产业化前景。

应用情况：已在郑州大学第一附属医院消化科和肛肠科等进行了临床应用。

效益分析：具有 10 倍的投入/产出效益，具有良好的经济与社会效益。

24、车辆异响智能精准检测与定位新型仪器系统

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：本项目针对宇通客车出厂检测过程中异响识别与定位难题，开发了一种智能检测系统。该系统通过整合高精度麦克风阵列、先进信号处理器及创新声学成像算法，实现了对车辆异响的自动检测与精准定位。系统能够实时捕获车辆运行时的声音信号，并快速分析其特性，精准确定异响类型与位置。目前系统已实现异响源可视化展示，能够在复杂噪声环境下保持高精度检测，极大提升了检测效率和可靠性。项目已完成核心算法开发，正在进行系统测试与优化。

应用情况：在应用场景方面，该系统主要应用于汽车制造厂的车辆出厂检测，尤其适用于复杂噪声环境下的异响检测。市场规模方面，随着智能制造与自动化检测技术的不断发展，全球汽车制造业对智能检测系统的需求日益增长，尤其是在汽车品质管控中对异响问题的精准检测与定位。本系统不仅能够帮助制造厂提高检测效率，还能降低人工成本，提高车辆出厂质量，潜在客户包括大型汽车制造企业、汽车维修服务机构等。预计未来该技术还可拓展至航空、轨道交通等领域，市场前景广阔。

效益分析：本项目目前处于研发阶段，尚未实现市场产出与份额占有，主要的投入集中在技术开发与系统优化上。前期投入包括高精度麦克风阵列与信号处理器等设备的采购、研发团队的人员成本，以及算法开发与测试环境的建设，累计投入数十万元。预计该系统投入市场后，将为宇通客车提升出厂检测效率和准确性，显著降低人工成本，并减少返修率，提升整体生产线的智能化水平。未来，该系统可推广至其他车辆制造商和自动化生产线，具有较大的市场潜力，预计可占据 5-10%的行业市场份额。

25、“一机游河南” 科创文旅平台

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：河南智慧文旅平台“一机游河南”是一款创新型数字文旅服务平台，旨在为游客提供“一站式游河南”服务。其核心功能涵盖便捷化消费、可视化呈现、互动化传播与市场化运营四大模块。平台通过大数据、AIGC 技术及河南文旅垂类大模型，整合全省文旅资源，创新开发了“豫上美食”“达人带你游河南”等板块，支持智能行程规划、短视频引导消费等功能，具备精准推荐、智能交互及高效交易的特点。

平台高效整合了文旅全业态资源、基于大数据的精准推荐算法以及多场景适配的文化传播体系，为游客提供线上线下一体化服务，实现了从内容种草到消费转化的数字闭环，创新性地将文化种草融入智慧旅游服务体系，成为国内首个以文化为核心引导的省级智慧文旅平台。

应用情况：“一机游河南”平台已全面应用于河南文旅场景，为游客提供覆盖游前、游中、游后的全链条服务，成功对接百余家景区、3 万多家酒店、10 余条精品线路和 110 个非遗美食品类，形成规模化线上线下联动。其特色应用包括基于地市旅游地图的可视化导航、短视频引流与内容推荐、AI 智能导游服务等，有效提升游客出行体验和文旅消费转化效率。平台合作方涵盖河南艺术中心、OTA 平台及多家文创非遗机构，形成多方联动的资源整合机制。同时，平台基于用户需求动态优化产品功能，实现了对河南本地文化的数字化呈现和推广，其商业化运营初见成效，已成为河南文旅宣传与消费的重要窗口。

效益分析：“一机游河南”平台建设秉承“政府主导+企业参与+市场化运作”的理念，充分利用现有文旅资源实现高效整合与创新，以低投入、高产出模式打造河南文旅产业数字化标杆。通过推动文旅消费数字化转型，平台成功拉动旅游经济增长，初步实现流量变现与用户留存，形成收入自循环机制。目前平台已覆盖全省 90%以上的文旅资源线上交易场景，预计五年内实现年营收百亿元目标。通过对文旅产业链上下游赋能，平台有效降低产业运维成本、提升资源利用效率，同时，平台赋能景区、酒店、文创企业等，间接创造了可观的经济和社会效益，助力河南文旅产业高质量发展，为智慧文旅全国化推广提供了示范样板。

26、气体泄漏位置三维定位方法、定位系统

所属院系：物理学院

成果简介：气体泄漏位置三维定位方法能够获得更准确的声场信息，进而能够引入深度信息实现泄漏源的三维检测效果展示；通过构建基于基尔霍夫衍射理论的远场声全息模型，能够实现较大距离泄漏源的声场定位；利用虚拟相控阵列技术，在气体泄漏检测与定位中降低了系统成本和复杂度，提高了泄漏源检测精度和定位精度，在气体泄漏位置的准确定位方面具有巨大实用价值和工业应用潜力。

应用情况：应用在电力系统判断绝缘气体泄漏，应用于各种气体存储、运输行业，判断是否泄漏，定位泄漏位置。

效益分析：应用前景广阔，市场潜力巨大。

27、基于镂空微悬臂梁的光学传声器及传声系统

所属院系：物理学院

成果简介：具有镂空结构的微悬臂梁能够降低其弹簧系数和质量，在声波作用下更容易发生形变，但是不影响微悬臂梁的谐振频率和光学传声器的频响带宽，从而有效提高了微悬臂梁和光学传声器的检测灵敏度。镂空微悬臂梁结构简单，形状、尺寸、设置位置能够灵活调整，制造成本低。

应用情况：该系统可应用在电力行业六氟化硫高压电气设备，能够及时、准确的检出 SF6 气体及分解物含量，提升了对高压开关设备缺陷诊断和趋势分析、预判的能力，提高了电网的安全运行水平和检修效率，控制了维护成本，延长了设备使用寿命。

效益分析：在声波检测领域有良好应用前景。

28、基于功能性电刺激的模块化可穿戴康复系统和控制方法

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：针对卒中患者的康复需求，研发了基于功能性电刺激的多通道模块化可穿戴康复系统，通过外加电信号刺激肌肉产生收缩运动，重新激活卒中患者的肌肉，并经高级神经中枢的调整促进功能重建。所开发的康复系统具有体积小、可穿戴、成本低的优点，为普及康复治疗、将康复治疗从医院推广到社区和家庭提供技术和设备基础。该系统的技术创新点包括模块化八通道刺激单元，可通过刺激单元的组合得到 16、24 或者更多通道的刺激器，每个通道能够独立产生稳定的刺激信号；电刺激信号通过定制的电极阵列作用于肌肉，可实现更加精细的控制；提出了机理-数据混合建模方法，提高了康复运动的控制精度；针对小关节康复难的问题，构建了手部康复系统，并提出了基于迭代学习的手部运动控制方法。

应用情况：本项目将开发应用于卒中致残患者康复治疗的系列产品，包括手部、上肢、下肢等部位的康复系统，应用场景包括卒中患者在神经内科的早期康复、在康复科的中期康复、在社区和居家的后期康复，并且本项目的产品也可与其他康复设备，如外骨骼康复机器人等设备协同进行康复治疗。目前，本项目团队与郑州大学第一附属医院、第五附属医院开展了深度的合作，原理样机已经在第五附属医院开展了先期的临床验证实验工作。本项目的技术还未进行转化，下一步将继续完善产品，开展技术成果转化工作。

效益分析：本项目瞄准全民健康国家战略需求和区域社会经济发展需求，面向脑卒中患者运动功能康复的临床需求，构建了模块化可穿戴康复系统，不仅能够解决我省乃至我国康复机器人需求，也可为患者从专业大型医院康复走向社区康复甚至家庭康复，为进一步降低社会成本提供有效途径，也将创造更大的社会效益。结合医疗设备智能化的大趋势，康复医院采购康复机器人和智能辅助设备将成为刚需。假设未来我国二级以上综合医院的完成康复医学科建设，预测未来二级以上医院康复科数量近 1 万个（不包括社区等康复机构），目前康复设备单价在数十万至数百万元之间，即使一个康复科配备 1 台康复设备，市场空间将达到数十亿元。

29、智能码垛人机协同服务平台

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：智能码垛人机协同服务平台提出了“免示教、免编程”的码垛理念，这一理念基于高级机器学习和人机协同技术。突破了传统工业码垛在编程复杂性和操作繁琐性上的限制，使得机器人能够理解和执行复杂的码垛任务。目前该平台已可以正常部署、集成在各种工业生产线中，在提高生产能力的同时，减少了码垛程序的操作难度。

应用情况：智能码垛人机协同服务平台涉及的领域主要包括工业自动化和人工智能。在工业自动化领域，通过边缘计算和智能算法提高码垛的效率；在人工智能领域，通过深度学习技术，例如路径规划及智能调度算法，实现机器人搬运路径的智能优化。在实际应用中，该平台能够显著提高生产线的自动化水平，减少人工干预，降低人工成本，并确保生产与物流过程高效、稳定地运行。该平台的潜在客户群体为制造业中的大中型企业，尤其是具备复杂物料处理需求的企业。随着全球制造业向智能化升级，市场规模将继续扩大，预计未来几年内将迎来显著增长。

效益分析：该项目前期投入 10 万，预计产出 250 套成品。

30、智慧环保时空精准监测平台

所属院系：国家超级计算郑州中心

成果简介：高新区智慧环保时空精准监测管控平台物联网、人工智能和大数据分析的综合环境管理系统，旨在提升环境监测的效率和准确性。该平台通过实时监测臭氧、二氧化碳等空气质量指标，利用分布在关键区域的传感器持续收集数据，并将其传输至中央数据库，从而确保信息的及时性和准确性。平台通过大数据分析技术对监测数据进行深度挖掘，识别环境变化趋势、发现潜在风险点以及溯源污染源，提供实时预警和趋势预测，帮助管理部门制定科学的环保政策。数据可视化技术将复杂监测结果以直观图表和地图形式呈现，便于公众和决策者理解。此外，平台集成政府、企业之间的协作，形成多方参与的环保网络，通过信息共享整合资源，推动区域内环保工作的发展。

应用情况：目前主要在郑州高新区进行环保监测，平台已经持续运行 3 年以上。

效益分析：降低环境治理成本，提升工作效率，具有较大的生态、经济和社会效益。

31、高速高精度卷绕类工业质检系统

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：高速卷绕类产线如无纺布，铝膜等产线具有高速大宽度特点，而上面的瑕疵通常又非常小，工业质检时需要高速高精度算法。本成果根据此类产线质检的特点，开发了一套基于频域擦除的滤波算法，并提出了自适应的阈值分割方法，解决了卷绕膜类产线的高速高精度质检问题。

应用情况：软硬一体的检测系统，其毛利率非常高，同时检测系统可以方便的迁移到几乎所有的高速卷绕膜类产线。

效益分析：有效减少次品产出，降低生产成本，提升生产效率和企业营收，具有较大的产业化价值。

32、有限空间的子母多栖无人实时探测与智能建图系统

所属院系：地球科学与技术学院

成果简介：围绕多传感器集成、地下空间的探测、检测、三维重建及智能建图开展了深入的研究，多传感器融合SLAM系统利用多个传感器，如激光雷达、摄像头、惯性测量单元（IMU）等，来获取丰富的环境信息。每个传感器具有不同的特点和测量能力，因此它们可以提供互补的信息，弥补彼此的局限性。主要包含以下步骤：数据获取、传感器数据同步、传感器数据融合、运动估计、数据关联、位姿优化、地图构建。通过综合利用多个传感器的数据，多传感器融合SLAM系统能够克服单一传感器的限制，提供更准确、鲁棒和全面的定位和地图构建结果。

技术创新点如下：

- 1.无需操控，自主建图，无人机/无人车等多传感器融合SLAM平台在不需要人操控的情况下，自主进行场景探测并建立三维地图。
- 2.不受光照条件限制，多传感器融合SLAM平台装备有激光雷达传感器，主动发射激光探测，不受光照条件限制，适应各种室内外环境。
- 3.自主路径规划，陆空平台互为补充，无人机/无人车平台根据环境和任务要求，自主规划最优路径；无人车平台在限制较多的区域内执行任务并进行前期测量建图，无人机平台提供更高的视野和快速移动能力，两种平台互为补充，通过通信和协调，相互传递信息和任务，更有效的执行任务。
- 4.大场景实时交互、建模并三维可视化，构建基于真实地理环境和建模成果的三维场景，可通过交互操作探索和分析，支持旋转、缩放和平移，选择特定区域或时间范围的数据进行分析。

应用情况：在多传感器融合三维移动测量平台基础上，已研发搭建了多套基于低成本传感器的定位导航系统，包括单线激光与全景相机的移动测量推车、基于小型无人车平台激光/双目视觉三维定位测图系统、多款手持轻量型激光全景一体定位导航系统和全景定位头盔。无人车平台多传感器融合SLAM系统目前正处于原理样机阶段，陆空平台协同互补的SLAM算法已完成初步测试。

大场景三维可视化系统该系统已完成系统开发和部署，能够实时构建大场景三维地图，并对场景进行自动化识别和建模，构建基于真实地理环境和建模成果的三维场景，可通过交互操作探索和分析，支持旋转、缩放和平移，选择特定区域或时间范围的数据进行分析。该系统可以跨平台多端协同，实现亿级点云流畅、可交互式浏览，目前处于业内领先水平。

效益分析：有限空间的子母多栖无人实时探测与智能建图系统建设成本主要有以下三个方面：

- 1.设备购置与研发，小型/微型无人机的研发，无人车的研发。
- 2.激光传感器、光学传感器的集成，数据采集、加工和处理。
- 3.协同系统与三维可视化系统的研发。

其效益有以下三个方面：

- 1.经济效益：传感器设备、集成平台销售，地下空间、地下管网等设备的检测，地下空间的数字化服务。
- 2.社会效益：科普与公众教育、学术研究、保障人员安全。
- 3.环境效益：减少地下空间的开挖、地下空间的环境保护。

33、输流管道智能化全参数检测方法及器件

所属院系：物理学院

成果简介：提出一种基于水锤波传输特性大数据挖掘的管道全参数测试方法，利用 MEMS 技术实现检测、给能、数据处理、传输与中继的节点单元集成。实现管道输流的实时、智能化、自供电监测，有效避免流体损耗、毒副作用，保障生物、生命安全。在管道输流过程中水锤效应时常存在，是沿管道传输的一种有害能量，常常造成管道应力集中。但水锤波在传输过程中必然会调制携带上传输管道这种信道的物理信息，从波参数集中基于相应算法可以提取出管壁、管周、管内流体的物态信息和空间信息，实现全参数化检测。

当前管道工程的很多辅助设施都用来预防水锤冲击，如节流阀、回水阀、水锤消除器、储流池、单向塔、空气罐、空气阀、Y 型喷嘴等，增加了管道建设成本，且水锤防治效应有待提升。提出基于 MEMS 器件的环境集能方法将水锤能量转换为电能，一方面供给监测，同时从能量角度削弱水锤保护管道。

应用情况：该项目主要应用与输流管道的智能化监测，在石油及原油的远距离输运；天然气长距离输送；市政自来水供应管道和供热管道；大型武器装备和重大设备内部的供水和消防以及能源供给管道监测；化工产业复杂管道网络监测；管道内部流体的无接触、无损耗实时检测等。前期相关发明专利已经有部分实现转让或许可，回馈资金 26 万元。后续管道检测节点的集成研究逐步深入，集成节点可以批量化应用现有管道网络改造提升和新建长距离管道工程的功能化预设。

效益分析：该项目已经取得重要进展，包括检测方法、算法模块，按照研究计划预设，集能 MEMS 器件、多参数测试 MEMS 器件、数据处理和中继集成，包括后续的小试、中试，还需要投入 300-500 万元；产出的产品为管道窖井、开关站、中间站内放置的监测节点装置，包括自供电、自检测、数据处理和中继等功能。目前市场上未见同类产品，如能上市，现有专利将形成较长时间内的独占性，面向全球所有管道工程，市场份额巨大。

34、基于光频域反射技术的超高精度光纤水听器和周界安防系统

所属院系：物理学院、中原之光实验室

成果简介：基于光频域反射技术的超高精度光纤水听器和周界安防系统取得了显著成果。光纤水听器利用光频域反射技术，实现了对水下声音和振动的超高精度监测，其频率响应范围宽，灵敏度高，能够精确探测微弱的水下声信号。在海洋声学监测、国防安全、石油勘探等领域发挥着重要作用。

周界安防系统则采用光纤作为传感器，通过光频域反射技术检测外界微小扰动，如震动波、力学波等，准确判别入侵行为并发出报警信号。系统具有高隐蔽性、抗电磁干扰能力强、误报率低等优点，广泛应用于校园、军事设施等周界安防领域。

本项目的技术创新点在于将光频域反射技术应用于光纤水听器和周界安防系统，提高了系统的精度和可靠性。优势在于能够实现长距离、高灵敏度的信号传输和处理，为水下监测和周界安防提供了更加高效、智能的解决方案。

应用情况：基于光频域反射（OFDR）技术的超高精度光纤水听器可应用于海洋工程、环境监测、国防安全等领域。

在海洋石油勘探中，光纤水听器阵列能够精确探测海底地震信号，助力资源勘探；在环境监测方面，其实时监测水下噪声，为生态保护提供数据支持。同时，该系统还服务于国防安全，用于反潜作战和水下安防，有效提升了国家的海洋防御能力。周界安防系统方面，基于 OFDR 技术的光纤传感网络可在校园、军事设施、重要基础设施等周界安防领域得到应用。通过与智能分析系统的融合，该系统能够精准识别入侵行为，及时发出预警，有效保障了区域安全。

我们与多家科研机构和企业接触，共同推进技术研发与成果转化。目前，该系统已实现小规模试用，为多个行业提供了高效、可靠的安防解决方案，推动了相关产业的升级与发展。

效益分析：基于光频域反射技术的超高精度光纤水听器和周界安防系统的研发与部署需要较高的初期投资，包括技术研发、设备采购、系统安装与调试等费用。然而，随着技术的成熟与规模化生产，单位成本逐渐降低，长期运营维护成本也相对较低。

该项目系统为海洋工程、环境监测、国防安全以及周界安防等领域带来了显著效益。光纤水听器提高了水下探测的精度与效率，为海洋资源的开发与利用提供了有力支持；周界安防系统则有效提升了安全防护水平，降低了安全事件的发生率，保障了重要区域的安全稳定。此外，该系统的应用还促进了相关产业的升级与发展，带动了就业与经济增长。尽管初期投入较大，但基于光频域反射技术的超高精度光纤水听器和周界安防系统以其高效、可靠的性能，在多个领域展现了巨大的经济与社会效益，实现了长期投入与产出的良性循环。

35、基于深度学习与信号增强技术的电缆故障诊断方法研究

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：基于多数据源的电缆典型故障信息特征分析研究，解决了电缆大量故障信息获取难的问题；基于信号增强技术实现了复杂噪音环境下的电缆故障特征信号提取分离，解决了在低信噪比非平稳背景噪声下分离提取出故障信号的难点；基于深度学习的电缆故障识别技术及深度模型参数优化算法实现了电缆故障类型的精确识别，解决了电缆故障类型多、数据较多、特征复杂由此给故障识别带来的困难。技术指标：无论有无附加低频交流电源时低频叠加电流识别的准确率为>95%，零序电流识别的准确率>92%。

技术创新点与优势：①通过搭建电缆典型故障模拟实验平台、设计电缆计算机仿真模型系统，获得大量的电缆故障信息数据，创建电缆故障信息数据库，为电缆故障研究提供数据支撑。②使用小波变换、经验模态分解和信号增强算法对信号进行分解与重构，实现运行环境下电力电缆数据信号提纯，有效消除了干扰信号造成的信息误差，并使用小波变换实现了特征参量提取。③采用基于深度学习算法的深层神经网络，提升电缆故障模式识别的准确性，并有效提升电力电缆故障识别能力。

应用情况：应用于电力配电网电缆故障诊断。应用合作情况：2023 年 3 月-8 月，国网郑州供电公司运用基于深度学习与信号增强技术的电缆故障诊断方法，开展了耿河变隧道、碧沙变隧道等电缆通道中配电电缆在线检测，利用基于低频叠加法采集到了零序电流、相电流、低频电流，并用1DCNN-BiLSTM 融合网络模型对采集到的电流信号进行分类识别，发现了多处配电电缆早期隐患，对电缆状态判定提供了技术支持，保障了电缆的安全稳定运行。2023 年 1 月-6月，国网新乡供电公司运用基于深度学习与信号增强技术的电缆故障诊断方法开展了配网电缆在线监测，使用信号增强技术对电流信号进行提取分离，使用 1DCNN-BiLSTM 网络模型对实际数据进行分类识别，发现了定国湖电缆通道、会展中心电缆通道等电缆通道中配电电缆多处早期老化缺陷，为后续的故障处理及运维提供了决策依据，保证电缆运行的安全性和可靠性。

效益分析：

投入：主要是数据采集设备及低频交流电源等。

产出：发现了多处配电电缆早期隐患，对电缆状态判定提供了技术支持，保障了电缆的安全稳定运行，带来了显著的经济效益和社会效益。

36、基于虚拟现实技术的感统功能评测与训练系统

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本课题针对患有感统失调的患者，设计并实现了一套基于虚拟现实技术的感统功能评测与训练系统。传统的感统评估方法受限于设备复杂性、时效差和高成本，难以广泛应用于日常康复训练中。为此，本系统基于虚拟现实技术与多维传感器网络技术相结合，实时患者的动态姿态采集、分析与高沉浸感训练。系统可精准计算患者的压力中心轨迹，结合西医量表，实现感统功能的准确量化评估，克服现有医学量表的主观化问题；根据评估结果，可为患者定制个性化的康复训练方案，并通过虚拟场景模拟不同的训练场景，提升康复效果。同时，系统集成了跌倒监测与保护装置，确保康复训练的安全性。现成果已授权发明专利 1 项，软件著作权 1 项，发表论文 2 篇。已完成临床试验 12000 余例。

应用情况：项目是用于康复医疗场景（感统、平衡、眩晕等疾病）的医院、社区门诊及家庭。合作形式可以是合作/委托研发、技术转让等。

效益分析：

项目前期需投入 80-100 万元，产出适用不同场景的实际需求，并形成高-中-低三级产品，应用于医院、社区门诊及家庭，市场份额近 20 亿。

37、高效能高安全多天线系统关键技术研究及应用

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：随着 5G、移动互联网、物联网等技术的快速发展，通信系统在速率、能效和安全方面的需求越来越高，项目团队历经 7 年，围绕多天线系统中的高速率、高能效和高安全传输技术展开研究，突破了一系列关键核心技术，取得了多项原创性成果，包括：①多天线系统高速率传输技术，②多天线系统高能效传输技术，③多天线系统高安全传输技术。成果获授权发明专利 26 项，发表国际/国内期刊/会议论文 30 篇，并通过了河南省通信学会组织的科技成果鉴定。

成果已成功应用于北京天融信网络安全技术有限公司、中国电子科技集团公司第二十二研究所、河南信安世纪科技有限公司、京信通信技术（广州）有限公司、上海观安信息技术有限公司、鹤壁国立光电科技股份有限公司、河南瑶光智能科技有限公司、河南垂天科技有限公司、北京云精算科技有限公司和中国移动通信集团河南有限公司等单位，近三年新增销售收入 151967 余万元，新增利润 17963 万元，社会经济效益显著。

应用情况：

1.自 2021 年 01 月起，本项目“MU-DAS 无线携能通信系统的最优鲁棒构造方法”等专利应用于北京天融信网络安全技术有限公司（主要完成单位）生产销售的流量分析平台 2000 台，每套平均销售 10 万元，基于本项目成果转化，增强了产品优势和核心竞争力，每套产品新增销售 4 万元，三年新增销售额 8000 万元，新增利润 2291 万元，实现销售额和利润的连续增长，助力该公司产品和产业升级。

2.自 2021 年 01 月起，本项目“大规模 MIMO 中高效的上行传输方式”、“多天线物理层安全技术测试平台”等专利、软件应用于中国移动通信集团河南有限公司（主要完成单位）实验网测试和验证过程，通信速率提高近 20%，节能 15%，安全容量提高 10%。

3.自 2021 年 01 月起，本项目“MU-DAS 无线携能通信系统的最优鲁棒构造方法”、“一种基于 RIS 辅助 D2D 保密通信的资源分配方法及装置”等专利应用于北京帆锐科技有限公司生产销售的功耗物联网平台，三年新增销售额 10000 万元，新增利润 2000 万元。

4.自 2021 年 01 月起，本项目“MU-DAS 无线携能通信系统的最优鲁棒构造方法”等专利应用于京信通信技术（广州）有限公司生产销售的天线类相关产品 30000 副，三年新增销售额 8100 万元，新增利润 2180 万元。

5.自 2021 年 01 月起，本项目“一种毫米波无线携能安全通信方法与装置”、“大规模 MIMO 中高效的上行传输方式”等专利应用于河南之垠通信技术有限公司生产销售的流量分析运营平台，三年新增销售额 11400 万元，新增利润 2400 万元。

6.自 2021 年 01 月起，本项目“一种毫米波无线携能安全通信方法与装置”、“大规模 MIMO 中高效的上行传输方式”等专利应用于北京中科榕信科技有限公司生产销售的多模态网络感知平台 70 套，三年新增销售额 5620 万元，新增利润 1492 万元。

7.自 2021 年 01 月起，本项目“大规模 MIMO 中高效的上行传输方式”、“多天线物理层安全技术测试平台”等专利、软件应用于晨润科技有限公司生产销售的相关产品，三年新增销售额 8860 万元，新增利润 1863 万元。

8.自 2021 年 01 月起，本项目“一种毫米波无线携能安全通信方法与装置”、“两小区的 MIMO 广播信道中一种消除多用户干扰的方法”等专利应用于河南信安世纪科技有限公司生产销售的伪基站信号检测终端平台 200 台，每套产品新增利润平均 10 万元，三年新增销售额 8270 万元，新增利润 2000 万元。

9.自 2021 年 01 月起，本项目“大规模 MIMO 中高效的上行传输方式”、“多天线物理层安全技术测试平台”等专利、软件应用于河南瑶光智能科技有限公司生产销售的河流生态全域动态检测与预警系统 86 套，三年新增销售额 8320 万元，新增利润 1998 万元。

10.自 2021 年 01 月起，本项目“大规模 MIMO 中高效的上行传输方式”、“多天线物理层安全技术测试平台”等专利、软件应用于河南垂天科技有限公司生产销售的合杆智控平台，三年新增销售额 1603 万元，新增利润 187 万元。

11.自 2021 年 01 月起，本项目“大规模 MIMO 中高效的上行传输方式”、“多天线物理层安全技术测试平台”等专利、软件应用于鹤壁国立光电科技股份有限公司生产销售的智慧路灯相关产品，提升产品的信息传输、数据安全、智能化通信性能，三年新增销售额 4483.8 万元，新增利润 840.7 万元，平均利润率 18.75%。

12.自 2022 年 10 月起，本项目“两小区的 MIMO 广播信道中一种消除多用户干扰的方法”、“多天线物理层安全技术测试平台”等专利、软件应用于北京云精算科技有限公司生产销售的泛在物联感知与数据汇聚系统 200 套，三年新增销售额 8320 万元，新增利润 1998 万元。

13.自 2019 年 01 月起，本项目“两小区的 MIMO 广播信道中一种消除多用户干扰的方法”、“多天线物理层安全技术测试平台”等专利、软件应用于中国电子科技集团公司第二十二研究所频谱管理技术相关项目，产生经济效益 5000 万元。

14.自 2021 年 01 月起，本项目“大规模 MIMO 中高效的上行传输方式”、“多天线物理层安全技术测试平台”等专利、软件应用于中国联合网络通信有限公司研究院实验网多节点联合传输，通信速率提高近 30%，节能 10%，安全容量提高 15%。

效益分析：本项目创新性成果通过北京天融信网络安全技术有限公司生产销售的流量分析平台、河南信安世纪科技有限公司生产销售的伪基站信号检测终端平台、京信通信技术（广州）有限公司生产销售的天线类产品、北京中科榕信科技有限公司生产销售的多模态网络感知平台、鹤壁国立光电科技股份有限公司生产销售的智慧路灯相关产品、河南瑶光智能科技有限公司生产销售的河流生态全域动态检测与预警系统、河南垂天科技有限公司生产销售的合杆智控平台、北京云精算科技有限公司生产销售的泛在物联感知与数据汇聚系统、中国电子科技集团公司第二十二研究所频谱管理技术相关项目中得到应用，增强了产品优势和核心竞争力，取得了显著的经济效益。上述公司实现销售额和利润连续增长，近三年新增销售额合计 156976.8 万元，新增利润合计 12322.7 万元。

本项目创新性成果应用于中国移动通信集团河南有限公司和中国联合网络通信有限公司研究院实验网的测试和验证过程，实现多个节点联合传输，通信速率提高近 20-30%，节能 10-15%，安全容量提高 10-15%，为热点区域快速安全传输起到关键性作用，产生了显著的社会效益和经济效益。

本项目促进了郑州大学、河南理工大学、北京邮电大学、南京航空航天大学在信息学科领域的协作与发展，为一流大学和一流学科的建设注入驱动力，增强了上述高校在信息领域的影响力；在人才培养方面，该项目为多名博士研究生和硕士研究生的培养提供了平台，锻炼其科研能力，积累其项目经验，引导其理论结合实际，为社会培养了一批通信行业的高素质人才。

投入方面主要包括研发成本、专利申请维护费用和技术推广开支。产出则体现在提高频谱资源利用率、减少硬件损耗、降低能耗等方面带来的经济效益，以及因强化了网络安全而产生的社会效益。长期来看，随着 5G/6G 技术的发展，该技术有望成为行业标配，为开发者带来显著的竞争优势和市场机会，同时也促进了相关产业链上下游企业的协同发展，创造了更多的就业机会和社会价值。

38、基于计算机视觉的人体姿态估计及异常行为识别报警系统

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本项目利用深度学习等计算机视觉前沿技术对摄像头采集到的视频数据进行自动分析和理解，实现对人体目标骨骼关键点的检测，并在此基础上实现对人体动作包括跌倒等异常行为的识别和自动报警。提出基于多尺度融合的姿态估计网络、可重参数化的轻量型姿态估计网络、基于时空注意力的图卷积动作识别网络、基于变分深度生成模型的动作识别网络等系统关键核心算法和技术，设计开发了基于监控视频的人体关键点检测系统、人体异常行为识别系统和基于嵌入式边缘计算平台的异常检测报警系统等软硬件平台和相关产品。可应用于商场、社区、养老院、学校等公共场所的自动视频监控和异常报警，也可应用于驾驶员、流水线操作员等特定工种的工作行为监测报警。

应用情况：该项目通过应用计算机视觉技术对监控视频数据的自动分析识别，实现对视频中人体姿态和动作的自动分析识别及异常检测报警。可用于社区、养老院、学校等重点场所的智能视频监控管理和精准服务，解决目前多数视频监控系统“数据有余、智能不足”的问题。也可应用于驾驶员、流水线操作员等特定工种的工作行为监测和异常报警。

还可应用于园区、电站等场所的自动巡检和异常检测。

项目技术所研发的基于计算机视觉的危险行为监测报警系统已在部分高校、工业园区等场所安装试用，同时所研发的人体姿态估计系统也通过与相关企业合作在高铁、地铁等列车驾驶员监控系统中得到应用。这些系统和技术均得到用户的积极评价和肯定。

效益分析：该项目技术应用所需硬件仅为一般视频摄像头和具备视频数据处理能力的计算机，部署方便灵活，硬件成本低。既能部署于现有视频监控系统，也能部署于无人车、机器人等移动巡检平台。当部署于现有视频监控系统时仅需增加显卡等视频处理板卡，部署于巡检车/机器人时可在上面加挂所研发的嵌入式边缘计算模块。通过对本项目系统和技术的部署应用可使传统视频监控系统具备人体目标检测、姿态估计、动作识别、异常行为报警等功能，也可使巡检车/巡检机器人具备基于视觉的异常情况检测报警功能。项目技术符合国家加快智慧城市、智慧社区建设的重大需求和加快新一代人工智能技术应用的政策导向，具有广阔的市场应用前景和巨大的经济和社会效益潜力。

39、高端医疗设备智能运维与调束及数字孪生系统及装备

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：本项目基于郑州大学自主知识产权“联感算控”一体化终端设备，搭建应用场景与试验环境，重点提升人工智能技术在高端设备预测性维护试验验证、定制化信息化系统，采集设备的各模块传回的作业状态。构建首个面向质子医疗设备的预测性维护数据集；研发数据标注系统，训练面向质子医疗设备的预测性维护模型，并将异常信号传回信息化系统；实现高端医疗设备软硬件协同的状态监测、异常识别，并实现异常事件提供维护策略及优化。

应用情况：面向新技术、新产业和新工艺的产业化需求，主要研究方向集中在智能高端医疗设备的预测性维护和智能运维系统的开发。基于郑州大学自主研发的“联感算控”一体化终端设备，项目通过共享实验设备、搭建应用场景和建设试线等方式，提升人工智能在高端设备预测性维护中的应用能力。

该项目的应用场景包括质子医疗设备的状态监测、异常识别和维护优化，市场前景广阔，尤其在高端医疗设备的运维领域。潜在客户主要为医疗设备制造商、医院及相关医疗机构，市场需求集中在提高设备运行效率、减少停机时间及降低维护成本，有良好的市场前景与经济效益。

效益分析：该项目在质子医疗设备的状态监测、异常识别和维护优化等应用场景中具有广泛的市场前景，尤其适用于高端医疗设备的运维领域。通过提高设备的运行效率、减少设备停机时间以及降低维护成本，该项目能够为医疗设备制造商、医院及相关医疗机构提供显著的经济效益。市场需求集中在优化设备性能和运维管理，这不仅有助于提升医疗服务质量，还能为医疗机构节约大量的运营开支。此外，项目的实施有望促进高端医疗设备行业的发展，推动医疗设备智能化升级，从而进一步拓展市场空间，实现可观的经济回报。

40、智慧加油站前置超脑系统平台

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：智慧加油站前置超脑系统是一款集成深度学习和计算机视觉技术的智能化管理系统。该系统由设备管理、算法设置、预览回访、报警信息四大核心模块组成，通过部署多点位摄像头与 NVR 设备，实时采集加油站视频数据，分析员工行为和工作流程的规范性，并识别危险行为（如抽烟、使用手机等）。系统能够自动检测异常事件，并生成报警信息，及时预警潜在安全隐患。同时，该系统支持灵活的算法定制和标注格式设置，满足不同加油站的运营需求，提高管理效率与安全性。

应用情况：加油站前置超脑系统已经在开封市多家加油站投入试点应用，通过与河南奇点网络科技有限公司的深入合作，系统得到了实际使用场景的检验。项目的应用主要集中在加油站的安全行为监控和异常行为报警，已成功预警了数起潜在危险事件。项目还在持续优化阶段，计划扩大至更多的加油站网点，进一步提升加油站的安全管理水平。

效益分析：该项目前期投入 6 万，预计产出一整套智慧加油站视频监控软件

41、人机融合智能增强外骨骼系统

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：人机融合智能增强外骨骼系统作为作业人员的钢铁“躯体”，在医疗、军事、工业和物流等领域具有广泛的应用前景。当前，外骨骼技术面临的难题是作业人员身体机能与感知能力难以应对复杂场景、强负荷作业环境。针对上述挑战，提出场景感知与任务感知端到端方法，综合场景元素和任务目标进行态势感知，增强实机系统运行健壮性；建立场景-任务-人体三位一体多模态数据集和动作预测方法，挖掘多模态信号回归动作意图促进人机融合的高效算法设计和系统设计。构建了“感知—预测—增强”高效人机融合作业增强创新理论方法与自主技术路线，研制了新一代智能增强外骨骼系统。

应用情况：外骨骼系统 in 应用场景方面，外骨骼系统不仅被应用于军事领域，增强士兵的负重能力和作战效率，还在医疗康复领域发挥着重要作用，帮助行动不便的患者进行康复训练，恢复行走能力。此外，在工业和物流领域，外骨骼系统也展现出巨大的潜力，能够辅助工人在搬运重物时减轻负荷，提高工作效率。在应用合作情况方面，已经与迈宝智能和熬鲨智能等多家企业展开了深入的合作，共同推动外骨骼系统的研发和应用。这些合作不仅促进了技术的交流和共享，还推动了外骨骼系统在不同领域的广泛应用。在转化情况方面，随着技术的不断进步和市场的进一步开拓，外骨骼系统正在逐步从实验室走向商业化应用。

效益分析：在投入方面，虽然研发、制造及初期部署成本较高，包括精密传感器、高性能电机及先进材料的应用，但这些投入为系统的高效运行奠定了坚实基础。产出方面，外骨骼系统在工业生产中大幅提升了工人的作业效率与安全性，降低了因体力透支导致的停工与医疗费用；在医疗康复领域，它不仅加速了患者的康复进程，还减少了长期护理依赖，节省了医疗资源；军事上，则增强了士兵的战场适应性和作战效能。长远来看，外骨骼系统通过提高生产效率和减少医疗成本，其经济效益远超初期投入，且随着技术进步和应用拓展，其投入产出比将持续优化，展现出广阔的市场潜力和发展前景。

42、多模态智能焊接机器人系统与装备

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：智能焊接机器人系统及装备在汽车、轨道交通、航空航天等典型智能制造场景中发挥着至关重要的作用。复杂场景和多样任务对焊接机器人操作能力的要求越来越高。为了实现更加高效、安全、智能的焊接生产，本成果提出一种基于多模态视觉信息的免示教焊机机器人系统，集成了视觉感知模块、高性能计算模块与控制模块，通过机器视觉和人工智能技术实现对焊缝的精准识别、定位与跟踪，完成对焊接路径的智能规划，控制机器人在复杂工件表面执行焊接任务。

技术创新点：本项成果提出一种基于多模态视觉信息的高精度焊缝识别、定位与跟踪技术，实现对焊接过程的精准引导与控制。

优势：本项成果对不同焊接任务适应性强、焊接效率和质量高、工人劳动强度低。

应用情况：该成果在智能制造领域发挥重要作用，可广泛应用于汽车制造、船舶制造、航空航天、钢结构、能源电力等众多行业，推动焊接工艺智能化升级，提高产业竞争力与生产效益，助力提升我国智能制造智能化水平。该成果目前已应用于河南视软智能科技有限公司，并与宇通客车初步达成深度合作意向。宇通客车是中国客车行业领军企业，集客车产品研发、制造与销售为一体，对汽车车身结构以及零部件的智能焊接技术有着极为迫切的需求。

效益分析：该成果研发团队 10 余人，前期投入大量精力攻克高精度焊缝识别、定位与跟踪技术难题，搭建了智能焊接机器人系统原型样机。该成果具有高效、智能、高质量、低成本的焊接优势，在市场中更具竞争优势，助力企业获取更大利润空间，预期可以获得宇通客车大量订单。

43、工业智能质检技术与装备及公共服务平台

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：针对国产工业质检关键设备和核心技术落后的难题，突破基于国产超算的多模态大模型高效训练、模型多任务协同学习、模型轻量化推理等关键技术，研制完全自主知识产权的多视角微缺陷成像、材料成分分析等装备及交互式缺陷智能标注、多模态缺陷检测、缺陷量化评价等系统，应用于新型功能玻璃、新能源电池及气缸套质检等领域。

技术创新点：提出具备多场景适应和强泛化能力的工业质检迁移学习大模型，研制多视角微缺陷成像系统。

优势：质检模型对不同工业质检场景具备强泛化能力，模型迁移成本低，多视角成像系统能够捕获细微缺陷，提高产品质量。

应用情况：本项成果应用前景广阔，可以广泛应用于电子、汽车、医药、机械制造等众多行业，与物联网、大数据、云计算等新兴技术融合，能实现生产过程实时监控、质量追溯与数据挖掘、优化生产工艺，从而提升产品质量，降低成本，提升企业竞争力，助力智能制造发展。

该成果目前已应用于郑州金惠计算机系统工程有限公司，并与中科慧远（洛阳）、中原内配初步达成深度合作意向。中科慧远致力于精密视觉检测领域的产业技术创新，中原内配亚洲最大的气缸套专业化生产企业，两家企业对工业智能质检技术与装备有着迫切需求。

效益分析：该成果研发团队 10 余人，前期投入大量精力攻克工业质检大模型、多视角成像等技术难题，搭建了工业产品表面缺陷检测原型样机。该成果具有灵活、智能、高质量的工业产品缺陷检测优势，在市场中更具竞争优势，助力企业获取更大利润空间，预期可以获得中科慧远（洛阳）、中原内配大量订单。

44、多模态信息引导的智能无人车系统

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：针对实况战地、工业园区等场景中的人力成本较高或人员危险系数较大的难点问题，攻克高速多模态数据采集、实时多模感知、自主智能决策等关键技术，研制多模态智能无人终端与基于可视化平台的国产化在线可编程集成开发系统，具有自主导航、动态实时路径规划、智能避障与重定位等功能及高效、稳定、可靠等特色优势，为大型制造业工厂、仓储物流中心、特殊环境作业等应用场景提供强大支撑。

应用情况：多模态智能自主无人系统市场前景广阔，具有市场规模增长潜力大、政府政策支持、产业协同发展、应用领域多元等优势。针对工程施工场景复杂多变、数据多样、算力有限等局限条件，研制的面向工程监理的通用多模态智能感知无人集群系统利用多模态数据进行主动实时感知，形成智能无人集群系统，助力工程安全监理，推动国家基础设施建设。

效益分析：“多模态智能自主无人终端”作为一种前沿装备，具有显著的经济效益和社会效益。从经济角度来看，该技术能提升无人系统的自主性和灵活性，降低人力成本和运维费用。例如，在工业制造、医疗查房等领域，通过分布式协同控制和多模态感知计算，无人系统可以实现高效的任务执行和资源优化配置，从而节省大量的人力和物力投入。从社会效益角度来看，该成果能解决传统人工操作难以应对的复杂场景问题。例如，在矿山等高风险场景中，无人系统可快速响应并执行任务，减少人员风险。同时，该技术在医疗领域的应用，如通过多模态数据融合提高查房服务水平，减少医生传染病感染风险。此外，还能够推动教育、物流等行业的智能化转型，提高教育质量和物流效率。

45、联感算控一体化边缘智能终端

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：现有的工业控制范式难以匹配当前中高端制造业对于工业智能的旺盛需求。边缘侧的工控机等处理设备在智能精度、处理速度及能源效率等方面较为欠缺。本技术所提出的联感算控一体化边缘智能终端作为边缘侧智能处理的系统平台，可承担预测性维护、复杂装备健康管理等常见的工业智能场景业务。本终端遵循工业设计理念，符合工业尺寸需求，设计紧凑、功能一体化，融合本地工业控制、边缘智能计算、边云协同、物联网络、信息安全等核心能力于一体，共同组成边缘智能计算终端及平台。

应用情况：联感算控一体化边缘智能终端目前已包括智能计算控制器、融合机器人控制器、信号处理控制器、智能计算相机、智能计算一体屏等功能型号的产品集群。借助强大的信号处理能力，能够融合和处理多种传感器数据，如激光雷达、超声信号、振动信号和应力信号等，在工业制品智能缺陷检测、预测性维护、无人巡检等应用领域，目前已经实现实时的数据处理和反馈。上述产品可适用于需要高精度和快速响应的应用场景，并且支持多种传感器和信号输入，具有较强的兼容性和扩展性。

效益分析：

1. 技术效益方面，边缘智能终端通过在设备端处理数据，减少对云计算资源的依赖，实现更低延迟、更高数据隐私保护和更高的实时性。
2. 经济效益方面，通过减少云端计算和存储的使用，边缘智能终端可以降低运营成本。尤其是对于大规模部署的场景（如物联网设备、大型工厂），每台设备的计算能力可以节省大量的带宽和云资源费用。产品附加值和市场潜力方面，作为迅速增长的市场，预计未来几年会对边缘智能领域产生广泛的市场需求。随着物联网、5G、AI 技术的普及，边缘计算产品可以迎合更多行业的需求，如智慧城市、工业自动化、智能家居等领域。

46、基于数字孪生和多任务调度的双场景驱动工业引擎

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：离散制造行业在制造业中占有较大比重，是解决就业等民生问题的重要产业，与居民生活息息相关。离散制造行业门类众多、生产流程差异巨大、产品形态各异、运营水平参差不齐、严重制约了工业软件的开发、实施和应用，导致资源协同差。为解决上述难题，突破了人机物全要素全生命周期的态势感知与协同关键技术，研制了面向离散行业的双场景驱动工业引擎，包含机理图谱与机理模型，孪生体构造仿真与多任务调度优化，虚实协同与工业引擎等关键技术，形成了“调度优化—孪生仿真—协同评价”闭环，应用于电子品和纺织制造龙头企业。已经发表论文 13 篇，申请专利 7 项，获得软件著作权 12 项。

应用情况：该引擎已经在纺织和电子制造产业的不同场景。针对离散制造业纺织生产场景中布匹瑕疵检测和生产状态监控存在效率低的问题，采用基于数字孪生的生产状态监控，构造了梭织喷水机、针织大圆机的设备孪生模型，对 5 种异常状态和三种布匹的 5 种瑕疵进行检测，提升故障检测效率和瑕疵检测精度。针对离散电子产品制造生产场景中小批量个性化定制和大规模协同制造存在效率低、成本高等问题，构建知识库、配料任务调度模型、板卡生产任务调度模型、抽样质检任务调度模型等，提升跨企业协同任务调度效率和生产效率。

效益分析：针对离散行业面临的建模推演难、调度适应差、联动水平低等挑战，研制虚实双场景驱动的工业引擎，并在电子行业和纺织行业进行应用示范。能够树立行业标杆，将成熟的经验和技术进行推广，进而使得更多的企业和行业收益，持续推动我国工业互联网行业的发展，为提升离散制造行业生产效率和协同效率。

47、动态可重构的后量子密码混合加密安全芯片

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：本成果致力于在专用密码芯片加速性能和可扩展性方面取得突破。通过优化后量子密码的核心运算，形成专用逻辑电路，提高密码芯片的计算效率和灵活性，为后量子密码的产业化与实际应用提供支持。

此外，针对后量子密码芯片的抗侧信道攻击与故障检测，在保持后量子密码算法性能的同时，通过掩码技术、抗侧信道攻击策略、功耗攻击与分析以及故障检测算法，提高芯片抵御侧信道攻击的能力并降低其硬件开销。

本成果利用硬件可重构功能，组合形成支持各种后量子密码算法的密钥生成、签名、验签等功能。以 Dilithium 算法为例，当 4 个蝶形单元并行工作时，工作频率为 225MHz，密钥生成、签名和验证各阶段的时钟数分别为 5.3K、18.5K 和 8.0K，能够在较短时间内完成，具有较高的性能。

应用情况：本成果致力于在专用密码芯片加速性能和可扩展性方面取得突破。通过优化后量子密码的核心运算，形成专用逻辑电路，提高密码芯片的计算效率和灵活性，为后量子密码的产业化与实际应用提供支持。

此外，针对后量子密码芯片的抗侧信道攻击与故障检测，在保持后量子密码算法性能的同时，通过掩码技术、抗侧信道攻击策略、功耗攻击与分析以及故障检测算法，提高芯片抵御侧信道攻击的能力并降低其硬件开销。

本成果利用硬件可重构功能，组合形成支持各种后量子密码算法的密钥生成、签名、验签等功能。以 Dilithium 算法为例，当 4 个蝶形单元并行工作时，工作频率为 225MHz，密钥生成、签名和验证各阶段的时钟数分别为 5.3K、18.5K 和 8.0K，能够在较短时间内完成，具有较高的性能。

效益分析：随着后量子密码算法的研究逐渐走向成熟与标准化，未来将有数十亿新旧设备完成从传统公钥密码体制向后量子密码算法的迁移。后量子密码作为新一代国际新型安全标准，将逐步融入到各种信息技术服务、多样化设备与各类基础设施建设当中。未来密码市场规模将突破千亿，后量子密码硬件芯片应用前景广阔，市场空间巨大。

后量子密码芯片作为实现后量子密码算法的关键硬件载体，具有抗量子计算攻击的能力，能够有效提升网络安全防护水平。后量子密码芯片能够提供高效、安全的加密通信和数据处理能力，在车联网、金融、政府、军事等关键领域，能够防范潜在的网络攻击和数据泄露风险。

48、一种热休眠有机电化学晶体管及其制备方法与应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本产品开发了新型的温敏离子凝胶，并制备了一种智能的热休眠电化学晶体管。

产品创新点如下：

1.本发明制备的有机电化学晶体管使用温敏凝胶作为介电层，温敏凝胶介电层具有优良的粘附性，可自主黏附在器件表面，不易脱落；温敏凝胶介电层具有可拉伸性，其模量接近于人体皮肤模量，在可穿戴有机电化学晶体管传感器领域具有广阔前景；此外，温敏凝胶介电层还具有电化学稳定性和非挥发性，解决了现有技术中液态电解质带来的使用不便的问题。

2.本发明所开发的嵌段共聚物热响应凝胶(P(NIPAM-co-AAm))中的离子交联剂 bisC6VIm[Br]对于实现有机电化学晶体管的可控热活性是必不可少的，相比于商业交联剂 MBA，加入离子交联剂 bisC6VIm[Br]使得温度对嵌段共聚物热响应凝胶(P(NIPAM-co-AAm))内离子迁移率控制更为明显。

应用情况：刺激响应型有机电化学晶体管的开发在构建智能电子系统中扮演不可或缺的重要角色。目前，相关研究报道了响应光刺激的有机电化学晶体管器件，对其它刺激类型响应的有机电化学晶体管相关研究缺乏，拓展刺激响应类型，如热、力、pH 等，可使有机电化学晶体管的应用空间更广泛具有重要意义。有机电化学晶体管的离子电路需跨过凝胶介电层来实现离子输运及后续对沟道的电化学掺杂，因此，引入凝胶介电层是拓展有机电化学晶体管功能的一种有效策略，可为开发智能电子系统提供一种全新的策略。设计功能性凝胶介电层并将其与有机电化学晶体管器件整合，可使有机电化学晶体管具有响应特定刺激的能力。

效益分析：本发明所开发的温敏离子凝胶能够在不同温度下具有完全不同的离子传输行为，离子锁闭效率极高。基于该温敏离子凝胶可以构建热休眠晶体管体系，并能够应用于其它温度响应的离子传输材料。以该温敏离子凝胶为基础，可以构建具有温度响应能力的热休眠电化学晶体管，该技术也能够兼容多种溶液加工工艺，包括印刷技术等。基于本发明的原材料均为商业可得，且价格低廉，离子交联剂作为温敏凝胶的核心材料能够显著提升温度响应能力，具有极高的技术价值与商业价值。

49、一种基于绿色光热材料的二维近红外传感阵列及其制备方法和应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本发明开发了一类基于木质素-离子液体的液态光热传感材料体系，并制备了基于该液态传感材料的近红外光传感阵列。

产品创新点为以下两个方面：

1.本发明以木质素替代传统的光热材料与离子液体复合作为传感活性层，成功制备了一种基于绿色光热材料的二维近红外传感阵列。与传统的离子液体基近红外传感器相比，本发明选用聚二甲基硅氧烷 (PDMS) 基底和薄膜，使制备的传感阵列具有一定的柔性，通过将具有光热转换能力的碱木质素溶于离子液体，使得制备的传感阵列的每个单元可以同时将近红外光产生响应，同时还具有长期稳定性。

2.本发明制备的二维近红外传感阵列还具有绿色环保、价格低廉、结构简单等特点。

应用情况：光热转换材料是一类具有低带隙的共轭化合物或聚合物，通过系间窜越、内转换等非辐射跃迁高效地将光能转换成热能。借助光热转换效应和离子液体电导率的高度热敏感特性，将离子液体与光热转换材料复合即可获得对特定波长光的高灵敏度检测。以此为基础，可以制备出一种检测特定波长的近红外光强度的传感器。常见的光热转换材料，如聚吡咯 (PPy)、聚苯胺 (PAni)、聚噻吩 (PTh)、聚多巴胺 (PDA)、以及给受体 (D-A) 型共轭聚合物等，需要制备成纳米颗粒的形态才能在离子液体中获得较好的分散度和稳定性。但这类材料的制备过程复杂、原料价格昂贵、环境友好性差，更为关键的是，纳米颗粒在离子液体中易团聚的问题会导致器件的长期稳定性差，工作寿命极其有限。有鉴于此，该类近红外光传感器的应用范围非常有限，无法实现其在高校等研究机构的应用推广和商业化普及。

效益分析：近红外光 (Near Infrared, NIR) 传感器是一类能够检测特定波长近红外光的传感器，在医疗检测、光声成像、空间遥感、军事警戒等领域具有重要的应用价值。商业化的近红外光传感器以锑化铟 (InSb)、砷化铟 (InAs)、硒化铅 (PbSe) 等半金属材料为传感材料，具有较高的毒性且无柔性，难以实现曲面条件下的光传感。本发明采用的液态近红外光传感材料具备柔性、价廉、低成本等优势，能够兼容多种柔性电子工艺，包括印刷、微流控技术等，具有非常高的商业价值，此外，也能够实现非平面状态下超长服役寿命的近红外光传感。

50、面向颈部功能康复和评估的多自由度机器人研究

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：该研究面向颈部疾病的康复需求，开发了一种基于 Delta 机构的多自由度康复机器人系统，旨在通过精确的运动控制和多样化的康复模式提升颈部疾病治疗效果。该装置通过 Delta 机构的并联系统，利用多个电机实现复杂的运动轨迹，包括前屈、后仰、左右侧倾及旋转等，满足患者的个性化需求。机器人具有高达 20kg 的抗阻干预能力，适用于家庭和临床环境，并支持实时监测患者运动状态和生理参数，确保治疗方案的科学性和个性化。创新点在于结合 Delta 机构与颈部牵拉旋转功能，模拟人体自然运动，减少治疗过程中的不适感，提高康复效果。此机器人呢具有快速响应和高精度控制的特点，显著提高康复效率，适用于颈椎病、肌肉劳损等多种颈部疾病的治疗，具有良好的经济效益和广泛的适应性。

应用情况：面向颈部功能康复和评估的多自由度机器人适用于颈椎病、肌肉劳损及其他颈部功能障碍的康复治疗，广泛应用于医院、康复中心、物理治疗机构以及家庭康复环境。该装置能够为患者提供个性化的治疗方案，适应不同病症和康复阶段的需求，尤其在长期康复治疗中展现了优越性。

目前，已有多家医疗机构与研发团队合作，进行设备的临床试用和数据反馈，以优化装置性能和治疗效果。在转化方面，设备已进入小规模生产阶段，并与相关医疗设备供应商建立了初步的合作关系。随着技术的不断完善，预计未来将进一步拓展市场，尤其在智能医疗和家庭医疗领域的应用潜力巨大，有望为大规模患者群体提供便捷、高效的康复治疗方案。

效益分析：面向颈部功能康复和评估的多自由度机器人在投入产出方面具备显著效益。初期投入主要用于研发、设备制造和临床测试等，成本较高，但随着技术成熟和生产规模扩大，单位成本将逐步降低。该装置通过精准控制和个性化治疗，大大提高了治疗效率，缩短了患者的康复周期，减少了治疗时间和费用，相较于传统物理治疗方法，患者的治疗效果显著提升。设备适用于多种颈部疾病的康复，尤其在医院、康复中心及家庭医疗中具有广泛应用前景。装置的智能化和自动化特点降低了对治疗人员的依赖，减少人工成本并提高医疗资源的使用效率。随着市场的推广，装置将为生产商、医疗机构带来可观的经济效益，推动医疗设备的普及应用。

51、高性能氢气传感关键技术与器件化集成

所属院系：化工学院

成果简介：本项目所包含科研成果主要应用于氢能生产、储存、运输及使用（如燃料电池）等多个环节，通过快速响应和高灵敏度检测氢气浓度，确保氢能的安全。

本项目所研发气体传感器是一个通用型、小型化模组，具备低功耗、高精度（ppm 级）、高灵敏度（秒级响应）、线性范围宽、抗干扰能力强以及优异的重复性和稳定性等特点。

传感器利用电化学原理对空气中存在的 H₂ 进行探测，氢气和氧气在工作电极和对电极上发生相应的氧化还原反应并释放电荷形成电流，产生的电流大小与氢气浓度成正比并遵循法拉第定律，通过测定电流的大小即可判定氢气浓度的高低。内置温度传感器，可进行温度补偿；同时具有数字输出与模拟电压输出，方便使用。

应用情况：本性项目所研发氢气传感技术与器件在氢气传感器领域具有广泛的应用前景，不仅能够推动电化学气体传感器技术的升级换代，还将显著提升传感器产品的性能和市场竞争力。

此外，研究成果还可应用于石油化工、煤矿安全、环境保护等多个领域，拓展市场应用范围，进一步增加经济效益。

本项目与河南汉威电子以及郑州炜盛电子科技有限公司开展了部分技术合作。

效益分析：本项目将形成具有自主知识产权的氢气传感器技术成果，基于本项目的研究成果以及与传感器企业的技术，预计每年投产商业化气体传感器单元（10 万枚，30 元/枚）、传感器整机（5000 台，1000 元/台）以及相应的检测终端系统（30 套，10 万/套），实现销售总额约 1000 万元，实现销售利润 200 万元，创造税收 50 万元。

52、多通道语音视听定位

所属院系：郑州大学洛阳产业技术研究院

成果简介：本项目开发一种视听定位系统，通过融合视频与音频信息实现对发声物体的精准定位。利用高分辨率摄像头录制视频，并提取图像帧进行归一化处理；同时借助麦克风阵列采集多通道音频信号。基于深度学习技术，运用神经网络提取视觉特征，音频特征，再通过专门设计的融合网络将视听特征融合，最终实现对发声物体在视频中的位置标注。本项目预计实现简单场景视听定位准确率 95% 以上，复杂场景定位准确率达到 85% 以上的目标。视听定位技术在多领域作用显著：于城市交通，助交警定位鸣笛车辆以管控噪声；在工业生产，帮工人察觉噪声源与异常声，保障生产安全；无人驾驶领域，辅助系统定位发声车辆，融合音频与视觉信息可完善系统，提升行车安全性。

应用情况：

应用场景：在城市交通中，精准定位鸣笛车辆，辅助交警执法；工业生产里，帮助工人监测设备噪声，预防故障；VR/AR 场景下，增强虚拟环境的真实感；安防监控方面，助力安保人员快速反应；无人驾驶领域，提升车辆对周边环境的感知能力，保障行车安全。

应用合作情况：与安防企业合作，将技术融入监控产品，共同进行市场推广；和工业巨头开展试点，针对生产车间噪声源定位需求定制方案；同 VR/AR 开发商联合，为其提供技术支撑。

转化情况：已成功研制出视听定位系统部分样品，从技术成果逐步转变为具有市场竞争力的成熟产品，为各领域提供高效的视听定位解决方案。

效益分析：

社会方面：于城市交通可助交警管控噪声，工业生产能保障安全，VR/AR 增强沉浸感，安防监控提升反应速度，无人驾驶提高行车安全。

经济方面：在各应用领域降低成本，如工业减少事故损失、无人驾驶降低事故赔偿，创造经济价值。

投入：预计投入 200 万元

技术研发：主要是组件专业研发团队，算法研发优化要大量计算资源与时间，数据采集标注也耗费成本。

市场推广：市场调研、品牌宣传、销售渠道建设。

产出：

产品销售：不同领域售价有差异，安防、工业、VR/AR、无人驾驶等领域随着市场拓展，预计年销售收入达到 300 万以上。

技术授权：通过授权其他企业使用技术，按销售额比例收费，合作项目增多将提升技术授权收入，成为盈利补充，长期价值可观。

53、国远会议 APP

所属院系：第一临床医学院

成果简介：国远会议 APP 是一款国家远程医疗中心面向互联网+医疗服务推出的融合视频会议的手机应用软件，该软件运用互联网+音视频编解码技术、安全的网络技术等开发手段，支持共享白板、文档、照片或屏幕，同时还具备等候室、远程实时操控等的功能，广泛适用于远程急救、远程会诊、远程教育、MDT 多学科会诊、移动机器人查房等医疗服务场景，是一款易用、好用、常用的融合视频会议软件。

应用情况：构建“云+端+业务全场景”的智慧医疗可视化解决方案，满足医院对于远程会诊、临床教学、医疗培训、分级诊疗、线上转诊、视频会议、疫情防控等方面的数字化应用需求。国远会议 APP 应用场景支持线上培训、在线视频会议、远程视频会诊、远程视频问诊、远程查房、学术研讨直播等应用场景，同时具有共享屏幕、会议白板、共享文档等功能，方便量身定制会议解决方案，可用于跨院区、跨机构远程会诊、多学科会诊、移动诊疗等业务开展。

效益分析：国远会议 APP 一方面极大提升了医疗服务质量，在远程会诊中打破地域限制，让专家能实时精准诊断，减少患者奔波与误诊；临床教学上，为医学生创造海量观摩学习机会，加速人才成长；医疗培训也变得高效，医护人员随时学习新知识，节省大量成本。另一方面，有力优化了医疗资源配置，助力分级诊疗落地，实现基层与上级医院紧密协作、资源合理分流；特殊时期如疫情防控下，还能跨区域集结医疗团队，协同保障公共卫生安全，切实满足医院多方面数字化应用需求。

54、室温中红外位置敏感探测器

所属院系：物理学院

成果简介：红外位置敏感探测器在军事和民用领域均有着及其重要的应用价值。然而，目前商用红外位置敏感探测器的工作波长仅限于近红外波段，市场上尚无能工作在中红外波段的器件。本项目实现了二维半金属材料的低温、晶圆级可控制备，并首次研制出中红外位置敏感探测器，其具有优异的中红外位置灵敏度、线性度和响应速度，填补了当前市场空白；通过单片机嵌入高精度的拟合算法构筑模块化系统实现可视化室温中红外轨迹追踪。

应用情况：构建“云+端+业务全场景”的智慧医疗可视化解决方案，满足医院对于远程国防军事、非接触精密检测、工业自动化控制、安防监控、无人驾驶。

效益分析：具有市场独占和高利润空间，推动行业技术进步。

55、基于高光谱成像的鲜烟多农残快检技术研究与应用

所属院系：物理学院

成果简介：功能用途：建立基于高光谱成像技术的鲜烟叶多农残快速筛查及定量预测模型，实现对鲜烟叶农残的无损快速检测，有效提升烟叶生产过程中农残管控的及时性和精准度。技术指标：鲜烟叶农残判定与检测过程耗时≤1min, 农残判定准确率达到 90%以上，大幅降低陕西各产区烟叶农残检测的软硬件投入费用和样品检测费用，并实现对烟叶农残的在线检测，有效提升陕西烟区烟叶产品质量安全，具有显著经济效益。

技术创新点与优势：基于高光谱成像的鲜烟叶多农残无损判别、定量检测技术；研发基于高光谱成像的烟叶农残自动化分析处理软件。

应用情况：项目完成后，形成基于高光谱技术的鲜烟叶农残快检方法及数据自动化处理分析软件，可在全省烟草种植区进行推广应用，以有效弥补产区烟叶农残管控手段不足的短板，提升产区农残管控的及时性和精准度，有力保障全省烟叶产品质量安全，还可在主要全省主要烟叶产区（县级单位）配置该设备，采用该技术成果，形成覆盖全省的烟叶产品农药使用监测体系，以实现对全省烟叶生产用药和产品质量安全的有效管控。

效益分析：

经济效益：项目将推动烟草产业的质量控制和农残检测技术的革新，通过无损快速检测方法替代传统的化学检测，显著降低检测成本和时间，提高生产效率。同时，提升烟叶质量，帮助烟草企业满足国内外市场对农残安全的严格要求，增强市场竞争力。

社会效益：本项目有助于提升烟叶生产过程中的农药残留管控精准性和及时性，确保食品安全，保护消费者健康，促进农业可持续发展。通过提升烟农的生产水平，能够创造更多就业机会，推动当地经济发展。

环境效益：高光谱成像技术作为一种非侵入性检测手段，不依赖化学试剂，符合环保要求，有助于减少环境污染，推动绿色农业发展。

56、基于突触可塑性的多模态人机交互

所属院系：物理学院

成果简介：感知是人工智能系统的重要功能，是机器系统与现实世界的接口。触觉信息可以用来指导我们在日常生活中进行物体的抓握和交互。人体的皮肤上含有各种触觉感受器，当外部刺激超过一定阈值时，通过电脉冲响应并传递触觉信息到大脑，从而进行解释和进一步处理。这种生物感官系统具有紧凑、并行、事件驱动计算和对噪声具有鲁棒性的显著优势，从而丰富了触觉感知，并能高效解决许多复杂和无结构的现实世界问题。灵巧的人类触觉感知启发了类人交互系统，它们不仅可以检测微小的压力，更令人惊奇的是，可以将模拟的感知信号编码为类似于人类触觉感知系统的电脉冲。因此，各种类人交互系统相继被开发出来，首先是通过触觉传感器检测外部压力，然后由基于晶体管的振荡器或模拟-数字转换器将触觉刺激转换为电压脉冲。然而，由于神经元缺乏放电和信号整合功能，其性能受到限制。实现人工神经元的策略仅限于传统的互补金属氧化物半导体（CMOS）和有机集成电路，需要复杂的架构并存在能源效率低的问题。最近，由于其简单的两端结构和动态阈值切换（TS）特性，忆阻器作为构建人工放电神经元的优秀候选者而崭露头角。将忆阻器作为人工突触，对类人交互系统的信号进行处理和整合，模仿人体的触觉感知系统，实现对环境信息的高精度、低功耗感知。开发出基于突出可塑性，具有高度适应性、灵活且具有感知学习能力的多模态人机交互系统。

应用情况：

智能医疗领域：该系统可以广泛应用于手术辅助、康复治疗、远程医疗等多个方面。在手术辅助中，医生可以通过触觉反馈和多模态交互更加精准地操作手术器械，减少手术风险和提高手术成功率。

虚拟现实领域：在虚拟现实（VR）和增强现实（AR）应用中，用户可以通过更加自然的多模态交互方式，如触摸、手势、语音等，与虚拟环境进行深度交互，增强沉浸感和交互体验。

安全救援市场领域：注重机械手和自动化机构应用，该系统可以为废墟救援和外空作业等危险环境下的任务提供有力支持。在废墟救援中，救援机器人可以通过多模态传感器快速感知周围环境的温度、压力和物体形状等信息，利用机械手精确抓取和搬运救援物资和受伤人员，提高救援效率和安全性。

效益分析：可以广泛应用于多个领域，市场前景广阔。

57、一种基于超构表面的量子计算芯片的研制方法

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：中性单原子体系具有相干时间长，内态与外态容易操控，并且可以规模化扩展等特点，使得中性单原子体系成为研究量子计算机的热门体系之一。目前，关于中性单原子体系的研究已经取得了很多重要的研究成果，同时也面临着实验系统庞大的问题，芯片化成为该体系未来必然的发展方向之一。超构表面器件是研制原子芯片非常理想的平台，目前国际上关于这方面的研究较少。本成果通过精细调节纳米柱位置，实现超构表面器件纳米柱的相位匹配。在此基础上，采用相位叠加的方法，设计一款超构表面器件同时取代空间光调制器和强聚焦光路的功能，以此研制偶极阱阵列芯片。

通过纳米柱的传输相位和几何相位的叠加使用，最终研制出偶极阱阵列和磁光阱的一体化量子计算芯片。我们希望通过本项目的实施解决单原子体系芯片化过程中面临的一个重要问题。

应用情况：量子信息和量子计算的发展被认为是计算机科学领域的一次颠覆性的革命，其巨大的潜力将会给未来科学、经济、金融以及国防安全等方面的发展带来强劲动力。量子计算机由于并行运算的特点，具有非常强大的运算能力，并且具有破解现有加密算法，优化机器学习，提升化学计算效率，加速药物、材料的开发等优点。在众多研究量子计算的实验体系中，囚禁的中性单原子体系具有相干时间长、易操控和可规模化扩展等特点，成为非常热门的体系之一。本成果主要研究的是中性单原子体系的量子计算芯片，该成果有望将庞大的中性原子计算平台进行集成化、芯片化，具有极为重要的研究意义。目前正处于少量样品加工测试阶段，与我校物理学院、中科院武汉精密测量研究院等合作研发，项目进展较为顺利。

效益分析：本研究成果能够极大地推动单原子量子计算的集成化、芯片化进程，未来将产生巨大的直接经济效益和间接经济效益。直接经济效益体现在偶极阱阵列的制造成本得到很大程度的降低，传统的 SLM 法制备偶极阱阵列时，中等价位的 SLM 价格在 30 万人民币左右，而强聚焦光学系统进口的价格在 10-20 万人民币不等，国产的也需要 7、8 万人民币，整套系统加起来需要大几十万人民币。超表面器件的单个样品加工价格在 3-5 万人民币左右，而批量化生产则可以将单价降到几千人民币的水平。间接经济效益体现在整个行业规模上，波士顿咨询公司（BCG）预测，到 2040 年前后，量子计算机将创造出高达 8500 亿美元的经济效益。在这么大的市场当中，本项目的成果将推动单原子量子计算机的集成化、芯片化，并获得非常巨大的经济效益。

58、一种面向柔性制造的物流机器人实时决策算法

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本成果旨在化解多品种、小批量生产环境下物流机器人高效调度难题，为生产线物料供应打造安全、灵活且高效的调度方案。技术指标上，相较于现车间调度方法，最大完工时间可降低 30%，物流机器人利用率达 85%以上，系统故障率低于 5%。在故障突发或者紧急订单插入时，系统能够迅速自适应调整。创新之处在于提出混合逻辑动态模型的滚动优化策略，此策略可实时决策物流机器人的行动，动态应对生产环境中的故障或紧急订单插入等不确定性因素。相较于传统算法，该成果能大幅提升生产效率，在多品种小批量生产及突发状况下具有较强的适应性，确保生产稳定运行。同时还能节约成本，提高机器人利用率，进一步减少设备能源消耗。

应用情况：本调度算法应用于汽车零部件制造车间和电子产品组装生产线，应对多变的订单需求，快速准确配送物料。目前与京东物流、中科微至等高新企业进行合作研发，对既有生产线进行智能化升级改造，企业提供生产场景与数据，共同优化算法。成果等待转化，企业已联系准备将开发的算法应用到企业实际场景中。

效益分析：研发阶段投入主要涵盖人力成本，如研究生和科研教师的人力投入；设备购置用于算法测试和模拟，还有数据采集与分析成本。整体研发投入 20 万元。应用该算法后，在生产效率方面，生产周期缩短约 30%，提高产量，增加成本约每年 50 万元。成本降低方面，物流机器人利用率提升，减少设备闲置和人力需求，每年节约成本 50 万元。

59、一种高可靠低时延指控类短包数据通信成套方案

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本技术针对当前控制类数据通信可靠性不足、低时延难以保证等关键技术难点，重点提出了高精度信道估计、非相干参数化空时调制、新型稀疏编码、新型波形等通信体制，突破了高动态多普勒频偏、高性能低复杂度解码、低时延通信等技术难点；技术指标方面：①支持长度小于 100 字节的短包传输；②通信误码率-50dB；③支持 5 个以上用户同时通信，频谱效能提升 2 倍以上；④通信时延为当前OFDM 方案的 20%；⑤支持定制化接入安全认证，安全认证概率 99.5%以上。创新点方面：①提出了时延-多普勒域的多普勒时延分析和信道预测方案，解决了高动态通信的多普勒频偏问题；②提出了稀疏叠加传输方案，降低了通信的时延；③提出了多特征融合的物联网设备入网认证技术方案，解决了开放动态异构网络的非法用户混入问题。

应用情况：本技术重点聚焦指控类短数据高动态大尺度高可靠低时延通信技术，形成了一套可推广应用的技术解决方案；通过与华为技术公司、中国航天集团、中国船舶集团等公司和单位合作，形成了面向应急协同救治、网联自动驾驶、空天海地大尺度高动态通信的联合研发队伍，部分研究成果支撑了郑州市金水区智慧城市建设，并在国家远程医疗中心、中国船舶集团等单位实现外场联合测试，初步验证了所提方案的可行性，部分内容写入国军标标准草案，有较好的军民应用潜力。

效益分析：民事应用方面，2023 年我国车联网工业互联网市场规模达 5 万亿，并呈现逐渐加快的增长态势，相关应用均依赖于短包数据传输；军事应用方面，信息化全域联合协同作战离不开指控类短数据通信的协调畅通，是现在战争的关键所在。本技术是以上军民应用共同的关键技术，当前世界范围内解决方案较少，具有广阔的市场潜力。

投入产出分析：当前团队已完成创新型技术攻关，并实现部分技术的落地应用实测，论证了本技术的可行性。投入上主要是中试和小批量生产测试所需的仪器设备的投入，预计 500~100 万区间，产出主要面向网联自动驾驶、智慧城市、天地大尺度卫星通信、信息化全域联合协同作战等应用，预计产出数十亿。

60、纤维集成光微流SPR生化传感技术研究

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：金属表面激发的等离激元共振（SPR）光物理学现象，具有可以实现分子间相互作用动力学非标记全程实时监测的独特能力。SPR 作为分子互作“金标准”被收录于2020年版《中华人民共和国药典》。但是，目前商业化 SPR设备大多基于棱镜耦合原理，光学结构复杂、设备体积庞大，折射率灵敏度难以突破 103nm/RIU，限制了其在高灵敏度痕量生化样品检测方面的应用。

微结构光纤作为一种性能优良的新型导光介质，受到SPR 研究人员的广泛关注。通过等离激元杂化、界面增敏和模场调控等增强光与物质的相互作用，打造“光纤上的实验室”，光纤 SPR 灵敏度突破 104nm/RIU。此外，光纤 SPR 采用浸入式探针结构替代传统 SPR 芯片直接实现样品分析，可以有效避免流体设置产生的堵塞风险。

该成果具有高于现有商业化设备 1 个量级以上的传感灵敏度，且光学结构更为简单紧凑（直径 125 微米）、制作成本更低，在便携式、植入式、可穿戴医疗诊断方面具有广阔应用前景。

应用情况：SPR 技术以其高灵敏度和快速响应特性，被广泛应用于 DNA、蛋白质及药物分子之间相互作用的实时监测，在生命科学、医疗检测、药物筛选、食品检测、环境监测、毒品检测、法医鉴定等多个领域展现出广泛的应用潜力。

但是，目前商业化 SPR 设备被美国 Biocore 等公司垄断，售价在千万元以上，单次检测费用大于 2000 元。国内中科院电子所、清华大学和浙江大学等单位正在开展 SPR 设备的国产化，并推出相关产品，但在检测精度方面与国外差距较大。

该成果与深圳技术大学工程物理研究院合作，目前处于样机开发调试阶段，相关功能已基本实现。以牛血清蛋白检测为例，检测限达到 0.3ng/mL。因此，具有一定的转化前景。

效益分析：光纤 SPR 生化传感设备价格预期低于商业化SPR 设备 80%以上，有望将单次检测费用降低至 200 元以内，前期投入 10 万元即可完成样机的后续开发调试工作。

61、基于有限反馈的RIS辅助无线通信系统自适应波束赋形技术

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本技术针对当前 RIS 辅助无线通信系统中信道估计复杂度高、波束赋形误差大以及系统部署成本高等关键技术难点，提出了一种基于接收端有限反馈的自适应波束赋形算法，优化信号传输性能并降低计算成本。

技术指标方面：①信噪比增益（SNR boost）显著优于现有盲波束赋形算法；②支持视距（LOS）和非视距（NLOS）场景的稳定通信；③完全避免信道估计；④系统部署灵活性和可行性大幅提升。创新点方面：①提出基于有限反馈的自适应波束赋形算法，避免了复杂的信道估计过程；②通过接收端反馈的功率信息自适应调整 RIS 相位配置，降低了系统计算开销；③在 LOS 和 NLOS 场景下均表现出较强的普适性和稳定性，为 RIS 辅助无线通信系统提供了高效、低成本的解决方案。

应用情况：本技术主要应用于 RIS 辅助无线通信系统，广泛覆盖 5G/6G 通信、智能交通、智慧城市和工业互联网等领域。通过自适应波束赋形算法，显著提升信号传输性能，优化通信网络的覆盖与稳定性，满足大规模设备连接和高数据率传输需求，适用于视距（LOS）和非视距（NLOS）场景，尤其在高动态环境下表现优异，降低系统成本，提升部署灵活性。

应用合作方面：团队已与国内多家通信运营商及军工单位建立了战略合作，开展联合研发和实地测试。同时，团队还与多所高等院校和科研机构合作，推动技术的进一步优化和创新。

转化情况方面：团队已完成基于接收端有限反馈的自适应波束赋形算法的技术攻关，并实现了部分技术的实际测试，验证了其可行性和优势。

效益分析：民用方面，随着 5G/6G 通信、智能交通和智慧城市等的快速发展，利用 RIS 提高信号覆盖和传输质量的需求激增。军事方面，RIS 可以增强通信链路的可靠性和安全性，保障关键数据传输和协同作战能力。在无 CSI 的条件下实现 RIS 的波束赋形尚处于研究初期，相关解决方案稀缺，本技术凭借有限反馈机制和高效算法，具备显著的技术领先优势。

投入产出分析：团队已完成自适应波束赋形算法的技术攻关，并实现部分应用实测，验证了其可行性。后续投入主要用于中试和小批量生产测试所需的仪器设备，预计资金在 100 万至 500 万元之间。产出方面，本技术将广泛应用于5G/6G 通信、智能交通、智慧城市及军事通信等多个领域，预计可带来数亿元的经济效益和显著的市场回报。

62、基于群集智能和多模态数据融合的新型抗肿瘤免疫药物靶点虚拟筛选平台研发以及产业化

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：随着计算机辅助药物设计、生物医药等学科的交叉融合发展，基于人工智能的现代药物研发成为当前药物研发领域的研究趋势。尽管当前虚拟筛选云服务平台技术在全球范围内取得了显著进展，许多平台具备高通量和广泛的应用能力，但仍存在若干局限性与挑战。基于此，本项目计划构建一个大规模药物虚拟筛选云服务平台，融合群集智能和生物信息学的最新进展，以应对复杂的药物研发需求。

通过聚合来自多方的药物数据和分子库，我们将基于强大的计算能力、先进的对接算法和联邦学习技术，打造一个灵活、高效、可扩展的平台，专注于河南省常见的恶性肿瘤药物发现。我们还将提供从靶点到成药性的全面筛选解决方案，确保药物筛选的准确性和针对性。与此同时，平台将推动数据共享与协作，增强学术界和工业界的交流，共同推动药物研发的突破性进展，为生物医药行业的发展提供更广泛的支持。

应用情况：团队已与华兰基因工程有限公司开展深度产学研校企合作，建立了良好的产学研合作关系，通过共享技术和资源，共同开展基因工程方面的研究项目，互相借鉴经验和知识，推动技术创新；华兰公司为团队学生 and 研究人员提供实习和培训机会，增强了团队成员的实践经验和专业能力；团队正与华兰公司合作申请国家和地方科研项目以及企业合作项目，共同开展基因工程研究和应用实践，积极推动产学研合作成果转化；双方正在探讨基因工程技术在实际产业应用中的可能性，共同开发和推广基因工程产品，促进产业发展和市场拓展；通过以上多种合作形式，团队与华兰基因工程公司正在技术研发、人才培养、项目合作和产业应用等方面实现深度合作，共同推动基因工程领域的发展和进步。

效益分析：首先，该技术的应用可以加速抗肿瘤药物的研发过程，缩短新药上市时间，从而提高企业的竞争力和市场份额，带来显著的经济回报。其次，有效的肿瘤靶点识别技术可以降低药物研发过程中的失败率和成本，减少不必要的资源投入，提高研发效率，为企业节约大量研发成本。此外，

通过提高抗肿瘤药物的疗效和减少副作用，该技术有望扩大药物的市场规模，增加销售收入。另外，面向抗肿瘤免疫药物靶点识别的人工智能关键技术研发还可以促进相关产业链的发展，包括生物技术、医疗器械、医药分销等领域，为整个产业链带来新的增长点和商机。因此，该技术的研发和应用有望为企业和整个经济带来可观的经济效益和增长潜力。通过提高抗肿瘤药物的研发效率和疗效，这项技术有望为患者带来更有效的治疗方案，减轻病痛，延长生存期，提高生活质量，从而对社会产生积极影响。其次，这样的技术可以为医疗资源的合理利用提供支持，帮助医疗机构优化治疗方案，降低医疗成本，提高医疗效率，促进医疗服务的普惠性和可及性。另外，通过准确识别肿瘤靶点，有助于减少药物对正常细胞的伤害，降低药物副作用，从而减少医疗废物的产生，减轻对环境的负面影响，推动健康产业的可持续发展。强化人工智能和生物医药学科交叉融合，加快人工智能在医疗诊疗系统中应用，推动生物医药产业技术创新，为健康中原提供科技支撑。

63、机场地面物流保障调度平台

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：随着全球航空业的快速发展，机场作为航空运输网络中的关键节点，面临着日益增长的地面交通和行李运输压力。行李车作为机场地面交通的重要组成部分，其有效调度对于提高机场运行效率、保障航班正常率以及提升旅客出行体验具有重要意义。机场地面物流保障调度平台集实时监控、智能调度、资源管理、数据统计和安全保障于一体的综合性系统。它的应用可以显著提高机场行李运输的效率和服务水平，降低运营成本和安全风险，同时为旅客提供更加便捷、高效的出行体验。

应用情况：该仿真平台已针对具体机场地面情况进行调参，虽未实际装配，但已经在采集实际数据中进行验证。

效益分析：该平台是一个专门用于管理和调度机场内行李车的系统仿真平台，依据首都机场和新郑机场特定航站楼原始数据建立，拟服务于国内外各类型机场，可根据机场实际情况调整参数，导入实际地面数据（包括机场地面地形图、航班信息、保障车信息等）后可自动调参，提出针对性调度优化算法，应用于实际场景中。

64、智能流场探测与可视化系统

所属院系：计算机与人工智能学院、软件学院

成果简介：针对大气流场、污染/有害气体泄露、大气碳排放等场景中的气流场探测、气流可视化、气流特征智能识别和危害预警预测的需求，攻克雷达数据采集 ARM+FPGA、危害预警预测智能计算、雷达控制显示软件等关键技术，实现了雷达硬件参数设置、状态动态监测；雷达反演数据显示，包括雷达图、风速、风向、风廓线等图标显示；恶劣风场报警（风切变、大风等）；航班信息输入与管理；设备运维、日志等功能。

本成果突破了复杂风场探测、虚实融合可视分析、智能信号处理与多源异构数据融合等关键技术，研发了多传感器协同探测框架，研制了联感算控一体化的多模态智能融合流场探测与可视化系统，实现从随机性模板检测到实时化、高效化、智能化的云边协同智能检测跨越。

应用情况：本成果主要应用于1.航空气象检测，测量低空风场以保证飞行安全，检测包括风切变、湍流等可能导致飞行事故的现象；2.评估风能，通过先进的风场测量技术帮助风电公司确定风电场的选址、优化风电机组的布局以及提升发电效率；3.气候变化与环境监测，长期监测风场的变化趋势，提供气候模型的数据支持，为全球气候变化的预测和应对提供依据；4.开发海上风力资源，在情况更为复杂的海面上应用海上激光雷达和浮动式测风塔等技术测量准确的风能资源评估数据。还可以应用于战场环境的评估、军事活动的气象保障及飞行安全等场景。

效益分析：本项目目前处于研发阶段，尚未实现市场产出与份额占有，主要的投入集中在技术开发与系统优化上。

前期投入包括测风激光雷达、温湿度传感器等设备的采购、研发团队的人员成本，以及算法开发与测试环境的建设，累计投入 120 余万元。预计该系统投入市场后，将显著提升航空 304 所的风场检测检测精度，降低设备成本，实现设备小型化、智能化，并为 304 所实现危害预警智能计算，提升整体风场检测的智能化水平。未来,该系统可推广至航空气象监测和军事活动的气象保障等场景，具有较大的市场潜力，预计可占据 5-10%的行业市场份额。

65、工业缺陷高精度成像与动态量化评价系统

所属院系：计算机与人工智能学院、软件学院

成果简介：研发的工业缺陷高精度成像与动态量化评价系统，涵盖新能源电池及气缸套等关键工业部件。随着制造业的发展，对产品质量的要求日益提高，特别是对微小缺陷的精准检测与评估已成为行业发展的瓶颈。本系统旨在突破这一技术壁垒，推动工业生产的品质升级。我们将构建高效的缺陷成像采集系统，实现对各类工业产品微小缺陷的精准捕捉，同时，开发针对性的缺陷量化评价模型，确保对缺陷的准确评估。此外，还将探索缺陷评价模型的通用方法技术，研究不同工业部件之间的共性特征，以及缺陷产生的普遍规律，开发通用性的缺陷评价模型，以提高检测效率与准确性。

通过本系统的研发，预期将大幅提高工业产品的质量控制水平，促进制造业的智能化发展。

应用情况：本项成果预期将在工业装备预测性维护、工业产品智能质检、智慧工厂等领域落地应用，应用于新型功能玻璃、新能源电池及气缸套、新能源电池壳质检等。

效益分析：研发的工业缺陷高精度成像与动态量化评价系统，将显著提高产品质量控制，提升检测效率与准确性。预期将扩大在玻璃、新能源电池及气缸套等关键部件市场的份额，推动制造业智能化发展，带来显著的经济效益与行业影响力。

66、眼见为虚 智鉴为实 —— 人脸伪造鉴别与攻击力评价系统

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：本项目研发的人脸伪造鉴别与攻击力评价系统，专注于提升数字安全领域的防伪与评估能力。随着数字技术的普及，人脸伪造技术的滥用成为安全领域的重大挑战。本项目旨在突破这一技术难关，保障数字身份的真实性与安全性。系统构建了高精度的人脸伪造检测引擎，能够迅速识别并鉴别各类伪造人脸；同时，研发了伪造数据的攻击力评价模型，对伪造技术的威胁程度进行精准评估。此外，还探索了伪造鉴别技术的通用框架，研究了不同伪造手段之间的共性特征及其攻击模式的普遍规律，开发出具有广泛适用性的鉴别与评价模型。通过本项目的实施，预期将显著提升人脸伪造技术的鉴别能力，为数字安全领域提供更加坚实的防护屏障，推动数字技术的健康发展。

应用情况：本项成果预期将在信息安全、数字取证、智能监控及社交媒体诚信管理等领域落地应用，应用于防范深度伪造人脸在金融服务身份验证、政府机构远程办公认证、社交媒体名人账号保护、以及公共安全视频监控中的滥用，同时该系统还将为评估人脸伪造技术的攻击强度与防御策略的有效性提供科学依据。

效益分析：研发的人脸伪造鉴别与攻击力评价系统将显著提升信息安全防护水平，增强数字世界的真实性与可信度，不仅能够大幅提高人脸伪造检测的准确率与效率，还能为行业提供科学的攻击力评估标准，促进相关安全防护技术的迭代升级，带来深远的社会效益与显著的行业影响力，推动数字社会向更加安全、可信的方向发展。

67、复杂系统演化隐模式可视分析与挖掘引擎

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：本项目运用交互式定理证明器 Coq 实现了复杂系统指控决策方案和决策隐模式的交互式形式化验证；然后利用知识图谱技术构建了描述系统运行规则及约束的静态关系型事实集合以及知识化表征的复杂系统动态演化关系型事实集合；并利用神经符号化方法，对成功方案中蕴含的隐模式和暗知识进行可信挖掘与符号化表达，生成一套由一阶逻辑规则刻画的指挥决策知识库；同时通过可视化工具，将复杂的信息通过视觉形式传达给受众。该系统结合形式化验证、知识图谱、神经符号化方法及可视化技术，提升了决策过程的可解释性与智能化水平，适用于多种复杂系统的决策支持与智能分析，为复杂系统的可信决策与管理提供了坚实的技术支持。

应用情况：该项目成果可应用于作业高可信智能指挥决策、自主无人装备虚实融合测试与可信评估、高铁/地铁列控、智能仓储管理等场景；目前已与相关机构合作，将成果在中国船舶集团系统工程研究院某试验平台上完成部署及集成验证，提升了某作业指挥调度系统的可靠性及其在复杂动态场景下的适配应用，为反馈指导复杂系统设计及运维决策提供了可信方法。

效益分析：该项目通过前期技术、人力、资金等多维度投入，成功构建了一套集成了复杂系统智能决策方案数理逻辑验证引擎、复杂系统时序知识图谱、可解释的复杂系统隐模式规则发现模型及复杂系统演化隐模式可视分析与挖掘引擎的综合系统。预期产出包括提升系统测试效率、优化指挥决策能力，以及为自主无人装备、轨道交通、智能仓储等领域提供智能化解决方案。随着智能化需求的不断增长，项目产品有望占据可观市场份额，特别是在对高效、可靠智能系统需求迫切的行业。预计项目将带来显著的经济效益，通过提升服务质量和降低成本，增强客户竞争力，同时创造新的增长点，推动产业升级与社会进步。

68、数字孪生驱动的远程机器人集群控制系统

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：数字孪生驱动的远程机器人集群控制系统致力于研发远程机器人智能协同系统，通过融合眼动、脑电、运动等多模态数据，构建单体数字孪生模型，实现远程机器人行为控制的精准化。系统采用全方面的人体运动感知技术，融合多种传感器数据，全面获取人体和环境的状态信息，为远程机器人的实时响应提供有力支持。同时，项目引入“指挥官”角色，实现“人-机”融合的远程机器人协作，通过科学规划和子任务分配，提高多机器人协同作业的效率。该系统具有广泛的应用前景，可应用于工业自动化、远程医疗、应急救援等领域，为提升作业效率、保障人员安全提供有力支持。项目旨在推动远程机器人技术的发展，为智能化社会建设贡献力量。

应用情况：远程机器人技术正逐步展现出其广阔的应用前景。在工业自动化领域，远程机器人凭借其高效、精准的操作能力，成为提升生产效率、优化资源配置的关键力量。在医疗领域，远程机器人技术不仅使专家医生能够跨越地域限制，为患者提供远程手术和诊断服务，还通过护理机器人等创新应用，为患者提供贴心、细致的照护。此外，在太空探索、深海探测等极端环境下，远程机器人更是成为人类探索未知世界的得力助手。远程机器人将在更多领域发挥重要作用，为人类创造更加便捷、高效、安全的生活方式。

效益分析：远程机器人技术的投入产出效益显著。在投入方面，主要包括研发成本、设备购置与维护费用以及数据传输与通信费用。然而，这些投入在产出方面能够带来丰厚的回报。远程机器人能够执行高风险或高成本的任务，如灾难救援、深海探测等，有效降低了人力成本和安全风险。同时，在工业自动化领域，远程机器人提高了生产效率，减少了资源浪费，为企业带来了显著的经济效益。此外，远程机器人在医疗、教育等领域的应用也极大地提升了服务质量，为社会创造了巨大的价值。远程机器人技术的投入产出比高，其长期效益远超初期投入，具有广阔的发展前景。

69、集群作业数字孪生平台

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：集群作业是指由大规模有人/无人系统通过协作、耦合等共同完成的作业任务，广泛用于物流调度、机场作业等场景中。本成果针对集群作业实操代价大、风险高、难以覆盖所有场景难题，研制了涵盖集群作业全流程要素配置的“空间-功能-集群”一体化智能仿真试验床和 1：20 等比例缩放内场半实物仿真验证环境及装备。功能包括复杂任务解析、态势认知计算、特情智能建模、虚实场景生成、航保作业规划、作业动线推演、临场作业决策、集群协同作业等。

本成果创新主要体现在：提出了时空耦合机理与虚实数据联合学习优化方法，解决了集群作业场景数据碎片化、离散化导致孪生重构不准问题；提出了复杂环境作用下的集群感知计算与行为演化系列模型，解决了作业行为复杂性导致孪生推演不像问题。

应用情况：该试验床可直接用于机场地面作业、物流保障作业、城市交通管控等方面的方案评估研制。此外，试验床部分模组可以集成应用于复杂系统状态预测和智能运维，在减员增效方面具有巨大的潜力。

效益分析：投入成本主要包括传感器、通信设备、服务器等硬件设施以及数字孪生平台、数据分析工具等软件采购和定制化开发；系统的日常运维、更新升级、技术支持等运营与维护费用；聘请外部专家或顾问来协助项目的实施和优化的咨询与服务费。

70、一种多自由度机器人动力学建模和轨迹跟踪方法

所属院系：机械与动力工程

成果简介：为焊接轨迹规划，提供了奇异形位的数据参考，使得在进行焊接轨迹规划时候避免奇异形位引起的自由度减少、关节角度趋向于无限大导致失控的现象；其次针对焊接轨迹规划过程中，常规速度约束方法造成的末端位置曲线物理性能差，以及姿态插补复杂、出现万向节锁死的情况，提出了一种合理的基于 S 型加减速曲线的空间直线、圆弧的插补方法，以及基于 S 型加减速曲线的单位四元数的姿态插补方法，为保证焊接轨迹规划中末端物理性能稳定，减少关节损耗做出了一定贡献。

应用情况：

1.根据龙门架式双臂焊接机器人系统的结构特点，将其简化为龙门架单臂的 9 自由度模型，利用 DH 方法分别构建龙门架焊接系统和机械臂的正运动模型，在此基础上为了反应末端速度和关节速度的映射关系，利用矢量法构建了雅可比矩阵；由于焊接过程中主要是由机械臂来完成，因此对机械臂进行逆解运算，并以“位移最小原则”为核心进行逆解最优选取，选取一组合适的逆解解析解为最优逆解；由于焊接机器人自身结构尺寸和关节角度的限制，需要对本项目的焊接机器人进行奇异点分析，从而避免奇异形位。

2.考虑 S 型加减速曲线的速度特性，在此基础上进行基于 S 型加减速曲线的直线、圆弧位置插补，同时考虑单位四元素具有单位四元数在表示姿态上相比其它表示方法，具有运算简单、不存在万向节锁死以及便于插值等优点，结合 S 型加减速曲线进行姿态插补，并利用 MATLAB 进行仿真验证合理性。

效益分析：在动力学的研究基础之上，轨迹跟踪作为机器人控制中最重要最基本的技术，目前已经有许多种轨迹跟踪的控制方法如 PD 控制、PID 控制，滑模控制，自适应控制，鲁棒控制，模糊控制，计算力矩法控制等。但这些控制在面对复杂的机器人系统中，针对不同应用场景有着不同的局限

性。PD、PID 控制虽然结构简单，但只能满足机器人在低速状态下的运动精度，随着运行速度的增加，控制性能迅速下降。滑模控制在状态轨迹到达切换面后，惯性使运动点穿越切换面，从而形成抖动。自适应控制方法具有很强的在线自适应能力，在处理结构不确定性方面非常有效，然而它不能有效消除非结构化不确定性对控制性能的影响。鲁棒控制能够对非结构不确定性实现快速响应和实时控制，但对结构不确定性缺乏模型参数的自动调整。模糊控制在复杂的非线性系统中，可以将非线性函数逼近到理想的精度，但模糊逻辑规则需要大量实验数据或者有经验的设计人员进行设计。计算力矩控制器通过使用机器人系统的理想动力学模型来线性化、解耦机器人动力学，使用线性控制策略来单独控制每个关节的运动，这种控制方法容易受到建模误差、对象参数变化和未知干扰等多种不确定性的影响，这些不确定性可能会降低控制性能。

为此我们提出一种多自由度机器人动力学建模和轨迹跟踪方法来解决现有技术中存在的问题，可以高效精确第对关节机器人进行运动规划及控制。

71、历史建筑可视化信息管理平台

所属院系：建筑学院

成果简介：历史建筑可视化信息管理平台是数字技术在历史文化中深度融合，汇聚了多方面专业力量，成果产出丰硕，为城市文化遗产与建筑保护提供新思路。可视化的数据库管理平台：整合数据形成一套可视的档案数据库，通过地图查看、历史建筑名称等检索，系统展示相关档案信息，支持互联网和数据库访问功能。

精准且多元的数据管理：平台整合海量历史建筑数据，涵盖建筑基本信息、测绘图纸、曾经用途以及当下功能等，形成庞大而有序的数据库。每一处历史建筑都有专属档案页面，这些信息成为后续研究与利用的起点。

高效的交互应用：对于专业研究者、保护工作者，平台提供强大的数据分析工具。根据建筑名称、建筑年代等多维度筛选查询，快速定位目标建筑。

应用情况：历史建筑可视化信息管理平台在众多领域得以广泛且深入的应用，为城市发展、历史文化保护传承持续赋能。

城市规划与设计领域：历史建筑可视化信息管理平台中历史建筑的档案信息指导规划编制，能够为城市紫线划定过程中的决策提供科学依据，实现历史文化遗产保护与城市可持续发展的有机统一。历史街区有机更新中，平台中相应历史建筑关键信息助力规划师统筹历史建筑保护与周边开发。

历史文化多要素传承：在物质文化遗产保护方面，历史建筑保护和修缮工作，测绘档案中的详细建筑构造信息精准规划修缮方案。建筑史学实证支撑，为研究建筑风格演变和传承提供一手资料。

效益分析：历史建筑可视化信息管理平台，连通了历史文化遗产、社会发展与经济效益提升等多个领域，其带来的效益广泛且深远。

文化传承效益：数字化保存助力文化遗产传承和文化教育普及。平台通过先进技术将历史建筑以三维模型、高清影像等形式永久留存。测绘建档精准记录其建筑风格、工艺细节、历史变迁等信息，让古老建筑所承载的文化基因得以完整延续。虚拟展览、数字博物馆等基于平台开发相应接口，进行线上展示，打破了时空限制。为学校教育、社会公众教育开辟新途径。

社会效益：平台打破了专业壁垒，让普通民众轻松接触到历史建筑相关知识。历史建筑作为社区地标、居民情感寄托，通过平台展示促进社区居民对自身居住环境历史文化价值认知，历史建筑资料彰显城市独特魅力。

经济效益：历史建筑平台建设及测绘建档工作能够带动建筑产业增值。平台实现了历史建筑信息一站式管理，从档案录入、查询到更新维护，操作便捷高效，降低成本支出，有利于对历史建筑的高效管理。

72、基于高速公路收费和门架数据的货车出行链推

演及出行路径预测方法研究

所属院系：网络空间安全学院

成果简介：通过对高速门架数据的分析与建模，成功构建了货车出行链模型，并开发了一套货车出行链推演可视化系统。该系统能够实时展示货车的出行链及预测路径，提供直观的决策支持。研究成果包括：出行链推演模型、路径预测算法和可视化系统。该系统能够提高相关交通管理部门管理决策的准确性、科学性，充分发挥决策支持功能。

应用情况：本项目成果已成功应用于交通运输部科学研究院综合交通运输大数据应用技术交通运输行业重点实验室，具体情况是，通过在多个高速公路管理系统中部署出行链推演模型和路径预测算法，支持实时数据监测和分析，提升了管理效率。同时，结合现有的交通管理系统，将研究成果与智能交通设备进行集成，实现了对货车出行的全方位监测与管理。

效益分析：本项目的实施为交通运输行业带来了显著的经济与社会效益，预计通过优化货车出行路径和调度，减少因延误和拥堵带来的损失。同时，实时监测和预测能力的提升，有助于优化交通流量，减少拥堵现象，提高整体高速通行效率，市场应用前景广阔。

73、环境对健康风险监测评估及预测方法

所属院系：地球科学与技术学院

成果简介：随着信息技术的发展，具备空间位置属性的生态要素数据和社会要素数据增长迅速，汇集成丰富的时空数据集，使得构建科学有效的疾病预测模型成为可能，当前应用机器学习和深度学习模拟疾病传播的预测方法已被广泛应用于疾病的发展趋势模拟、预测。本项目在明确环境因素的影响效应的同时，基于深度学习建立环境因子对疾病发病的预测模型，实现对疾病发病率预测。较之被动应对的医学技术，能够通过主动的政令举措或宣传教育并对环境加以调节、优化，营造有利于健康的人居环境，具有惠及人群的广泛性、作用效果的长期性、社会成本的经济性等诸多优势。

对提高相关疾病防控的针对性、预见性和主动性，以及卫生政策制定都具有十分重要的意义。

应用情况：随着信息技术的发展，时空数据集的增长为疾病预测模型提供了坚实基础。本项目运用深度学习技术，结合环境因素，构建疾病发病预测模型，实现对疾病发病率的精准预测。该模型不仅能为公共卫生部门提供早期预警，助力其制定针对性的防控策略，还能指导城市规划，优化城市布局以减少疾病传播风险。同时，基于预测结果的政策制定与评估，能确保卫生政策的科学性和有效性，降低社会经济成本。此外，项目成果还能用于提升公众健康意识，促进健康行为形成。总之，该项目通过科学预测与主动干预，为构建健康、安全的人居环境提供了有力支持。

效益分析：本项目通过整合时空数据集与深度学习技术，构建疾病发病预测模型，其效益显著。投入方面，主要包括数据采集、模型开发、算力消耗及初期应用推广等成本。然而，产出效益远超投入：一是提升公共卫生响应速度，有效减少疾病爆发，节省大量医疗资源和社会成本；二是优化城市规划，降低疾病传播风险，提升居民生活质量；三是辅助政策制定，确保政策科学有效，减少社会经济损失。长远来看，项目还将促进公共卫生体系建设，提高公众健康水平，带动相关科研与产业发展，实现社会效益与经济效益的双重提升。因此，本项目的投入产出比高，具有较高的投资价值和社会意义。

74、智能遥感空间信息处理与应用云平台

所属院系：地球科学与技术学院

成果简介：智能遥感空间信息处理与应用云平台是一款深度耦合大型超算和人工智能大模型的遥感影像处理平台，核心功能包括海量遥感影像存储/管理/检索、遥感大模型分布式优化、遥感影像在线分析等，支持土地利用变化监测、玉米/小麦国内重要农作物估产、耕地/建筑物提取等典型遥感分析任务一站式计算，有效服务了遥感信息在黄河流域高质量发展、青藏高原生态保护中的深度应用。平台突破了 PB 级遥感影像存储与管理、百亿级遥感大模型分布式深度优化、大规模遥感影像秒级处理等技术瓶颈，技术指标达到了国际先进水平，遥感信息分布式计算规模达 700 个，居全国首位。

与国内 SenseTime 等主流平台相比，高维遥感信息处理效率提升 30% 以上，部分地物提取精度提升 15% 以上。

应用情况：平台自 2019 年起已在超级计算长沙中心、超级计算昆山中心、超级计算无锡中心、合肥先进计算中心、超级计算郑州中心等国家级超算平台上陆续实现了应用，广泛应用于人工智能大模型分布式计算、国产分布式集群利用与优化等多个超算生态链建设任务中。

此外，平台在青藏高原生态保护、黄河流域高质量发展等国家重大工程中展示了显著的应用效果，实现了青藏高原全域植被参数精准反演、黄河流域凌汛灾害动态监测。平台也被国家大科学 DDE 计划采用，为一站式全球在线科研平台深时数字地球提供了技术支持。平台被郑州市气象台、北京超图、深圳中星等公司采纳，应用于郑州市气象预报、地理信息空间仿真建模、河南省土地覆盖等基础空间地理信息数据制作。

效益分析：在国家重点研发计划等项目的资助下，平台累计投入达 1000 万元，近三年累计产生的经济效益达 6800 万元，经济效益显著。

1.项目团队对平台进行了推广，产生直接经济效益达 3915 万元；平台在全球综合观测成果管理及共享服务以及黄河流域知识化管理与服务中进行了应用，累计产生经济效益达 600 万元。

2.黄河水文水资源科学研究院依托研发平台，取得直接经济效益达 275 万元；平台在渭河生态治理工程中产生经济效益达 92 万元；郑州众志图景软件技术有限公司应用研发平台，取得直接经济效益达 500 万元；河南慎远工程咨询有限公司应用项目研发平台，取得直接经济效益达 800 万元；北京超图公司应用研发平台，取得直接经济效益达 500 万元。

75、面向国产大型超算的黄河流域精准模拟系统-黄河模拟器

所属院系：地球科学与技术学院

成果简介：黄河模拟器是一款依托国产大型超算研制的黄河流域全空间一体化模拟系统，核心功能包括黄河流域综合观测数据管理、流域生态知识挖掘以及多场景智能模拟，支持一站式全域地表要素变化模拟、超长时序植被要素反演、大尺度水文水资源动态模拟调度，在黄河流域气象、水文、生态模拟领域发挥了不可替代的安全作用。系统突破了黄河流域综合观测数据高效汇聚与管理、全国产硬件分布式计算、黄河大模型构建等关键技术，技术指标达到了国际先进水平，黄河流域综合观测数据库数据条目超 10 亿条，模拟算法分布式计算规模达 700 个，居全国首位。与国内外主流模拟算法相比，黄河流域全域模拟算法计算效率提升 10 倍，典型生态要素提取精度提升 20%。

应用情况：黄河模拟器自 2019 年起在黄河流域气象、水文、生态等关键领域进行了深度应用，开展了黄河源区重点区域水源丰枯变化模拟，渭河流域水资源调度模拟，黄河流域全域土地利用变化模拟、小麦/玉米重要农作物估产模拟、湖泊面积变化模拟、气温/降水变化模拟等数十个典型应用示范，为黄河流域高质量发展国家重大战略提供了关键技术支撑。

黄河模拟器关键技术在国家超级计算长沙中心、昆山中心、无锡中心、郑州中心陆续实现了部署，广泛应用于人工智能大模型深度优化、国产计算集群利用与优化等国产超算生态链建设任务。国产异构众核计算技术被郑州市气象台、北京超图、深圳中星等公司采纳，应用于郑州市气象预报、地理信息空间仿真建模、河南省土地覆盖等基础空间地理信息数据制作。

效益分析：在国家重点研发计划等项目的资助下，黄河模拟器累计投入达 500 万元，近三年累计产生的经济效益达 4911 万元。

1.黄河模拟器关键技术在全球综合观测成果管理及共享服务、黄淮海农作物估产、青藏高原生态保护中进行了应用，累计产生经济效益达 900 万元。

2.二十一世纪空间技术应用股份有限公司通过推广黄河模拟器及关键技术，取得直接经济效益达 3419 万元；模拟器关键技术 in 渭河生态治理工程中产生经济效益达 92 万元；郑州众志图景软件技术有限公司应用推广黄河模拟器关键技术，取得直接经济效益达 500 万元；

76、多功能巡检机器人

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：多功能巡检机器人适用于室内外巡检监理场景，采用多传感器融合 SLAM 算法、目标检测与跟踪、视觉语言问答等技术，集成环境感知、动态决策、行为控制和报警装置，具备自主感知、自主避障、自主导航、智能问询等能力，可帮助工作人员完成基础性、重复性、危险性的巡逻工作，推动公共安全智慧化升级，保障人员安全，释放人力及降低人员成本。

多功能巡检机器人管理系统具有机器人状态管理、导航任务规划、远程行为控制、实时监控、历史视频回溯、实时告警与处置、智能数据分析、巡逻报表管理及系统参数设定等核心功能，可提供机器人及数据访问接口，与智慧安防系统、智慧城市系统等无缝对接，通过手机、电脑等远程智能终端，配合保安或警员实现远程运营管理。

应用情况：郑州大学采用校企共建方式，联合新乡北方车辆仪表有限公司（下称“新北仪”）研制多功能巡检机器人，郑州大学负责开发基于人工智能大模型的“大脑”、运动控制算法库和基础工具包，新北仪公司负责机器人底盘、本体和整机的研制工作。多功能巡检机器人适用于室内外巡检监理场景，如变电站、机房、电厂、油田、化工厂、校园等多种场所。校企双方聚焦安保、巡检、监理类机器人产品及系201统解决方案，初期产品已在军事科学院、陆工大、装甲兵学院、航天科工 XX 所、西安电子科技大学、东部战区总医院、华中科大、航天科工 XX 所、兵器 XX 所等单位实现了深度应用。

效益分析：该项目依托校企共建，郑州大学投入具有丰富项目经验的骨干老师 10 名左右，双方共同构建“基础研究+技术攻关+成果产业化+人才支撑”全过程创新生态链，探索“订单式”人才培养模式，打造河南省人工智能领域校企合作新样板与人工智能产业发展新引擎。随着规模的扩大和技术成熟，成本会逐渐降低，双方每年投入预计 1500 万。通过人才培养、技术创新、资源共享与成本降低以及品牌效应与市场拓展等多方面的合作，可实现“1 年投入、2 年见效、3 年收益”的目标，每年达到 2000 万以上的营收规模，净利润可达到 30%以上。

77、高性能磁性电流传感器

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：磁性电流传感器是通过检测电流产生的磁场来检测电流的传感器，具有高精度、高稳定性、高隔离绝缘性、低功耗等优点。但是现有的电流传感器面临着容易受外界磁场以及电流脉冲的影响等问题。本成果的磁性传感器通过合适的材料选择及设计优化，有效地解决了上述问题。采用本成果的磁性传感器可以应用于新能源汽车、高铁、智能电网系统、输变电系统等领域中，通过精准检测电流来达到降低能耗增加续航等功能。

技术指标：电流传感器线性度误差<0.5%、量程内精度<0.5%；抗 1000A 浪涌电流。

应用情况：本项目研发的磁性电流传感器可以应用于性能源汽车、高铁、智能电网系统、输变电系统中，起到精确测量电流的作用,是实现“节能环保、能源高效利用”的关键产品。

效益分析：本项目研发的大量程、高精度电流传感器主要瞄准新能源市场，预计 2025 年国产品牌新能源汽车销量约为 400 万辆。按照现有的电流传感器芯片（7 元/个）及模组（80 元/个）的价格计算，如果推向市场后能够占据 5%的市场份额的话，就可以产生 1800 万元的经济效益。

78、射流屈曲模拟软件

所属院系：橡塑模具国家工程研究中心

成果简介：本软件以流体力学、流变学为基础，以有限元分析为工具，用 Visual C++自主开发的基于 Windows 平台的射流屈曲模拟软件，软件通过模拟计算，预测应力场、速度场、温度场等物理量随时间的变化规律，计算射流长度，模拟屈曲螺旋运动，评估工艺方案和几何尺寸的合理性，开展优化设计，改进产品性能。

与商业软件如 Polyflow 相比，本软件基于黏弹性的理论模型，计算结果更准确；自带材料库，需要的内存更少；计算结果查询方便、快捷；可以计算双辊转动产生的薄膜变形及流变形为。软件鲁棒性强，界面友好，使用方便。

应用情况：本软件只需输入模具或空腔的初始几何模型，然后划分为有限元网格，再从已有材料库中选择适当的材料或自定义材料，并设定入口速度、压力、温度、时间及流体黏度等工艺和材料参数，即可开始射流屈曲模拟分析。模拟完成后，通过软件菜单显示预测的应力场、速度场、温度场等物理量随时间的变化规律，计算射流长度，模拟屈曲螺旋运动，评估工艺方案和几何尺寸的合理性，开展优化设计，改进产品性能。

本软件已应用于无锡小天鹅电器有限公司，解决了洗衣机后桶成型缺陷预测与工艺优化问题。

效益分析：本软件运行在 Windows 环境，软件运行的环境：Windows XP，Win7 及以上版本；CPU：P4 2.0 G 以上；内存 16GB 以上；硬盘：硬盘 160G 以上，硬件投资 1 万元即可。

软件预测可能的成型缺陷，优化工艺参数，提高设计、加工效率，减少次品率，节约原材料。

79、局放定位及识别系统的开发

所属院系：物理学院

成果简介：变压器是电力系统和牵引供电系统中最为核心的设备之一，其绝缘可靠性决定了整个系统能否安全稳定运行，当绝缘可靠性出现问题时，在内部就会发生局部放电，产生电火花，对设备材料烧蚀，变压器的性能就会退化或者报废，局放检测是掌握变压器绝缘状态的重要手段，对局放进行检测及定位可以显著提高变压器运维效率，降低后期维护成本，而局放的定位与识别一直是电力变压器行业的难点与痛点，国内尚无可靠的解决方案，本项目的开发具有重要的应用价值。本项目与广州西门子能源变压器有限公司合作，立足于工业需求，开发电力设备变压器的局放定位及识别系统，搭建变压器局放实验平台，设计并开发局放信号模拟发生系统。基于 UHF 传感器设计局放信号接收系统，设计相关超高频信号调理电路，高速信号采集电路，上位机采集界面等。开发相关的算法及软件系统，包括基于小波变换的滤波去噪算法，基于广义相关法及其改进型的时间差提取算法，基于网格搜索法的局放定位算法以及基于多样本逐次逼近定位法的统计方法提高局放定位精度，最终实现定位误差不超过 1 米的油相容变压器局放定位实验。

应用情况：电力变压器生产企业，变电站等对于局放定位及识别系统均有实际需求，国内外尚无好的解决方案，本项目已和广州西门子能源变压器有限公司合作开发初代产品。

效益分析：国内外相关研究机构及企业均以服务形式提供局放定位检测，并不直接出售产品，进行一次局放定位检测收费 30~50 万元人民币，而实际生产过程中每个变压器出厂均需进行局放定位检测，效益非常可观。

80、5G自主查房智能机器人

所属院系：计算机与人工智能学院

成果简介：本项目具备高精度定位与导航功能，通过集成激光雷达、深度摄像头、超声波等多传感器技术，实现精准定位和灵活避障，能够自主规划行走路线并顺利到达指定位置。其底盘设计支持在复杂情况条件下稳定运行，能有效克服斜坡和障碍物。机器人采用模块化设计，用户可根据需求自由配置硬件模块（如摄像头、红外传感器等）和软件功能，适应不同医疗场景。

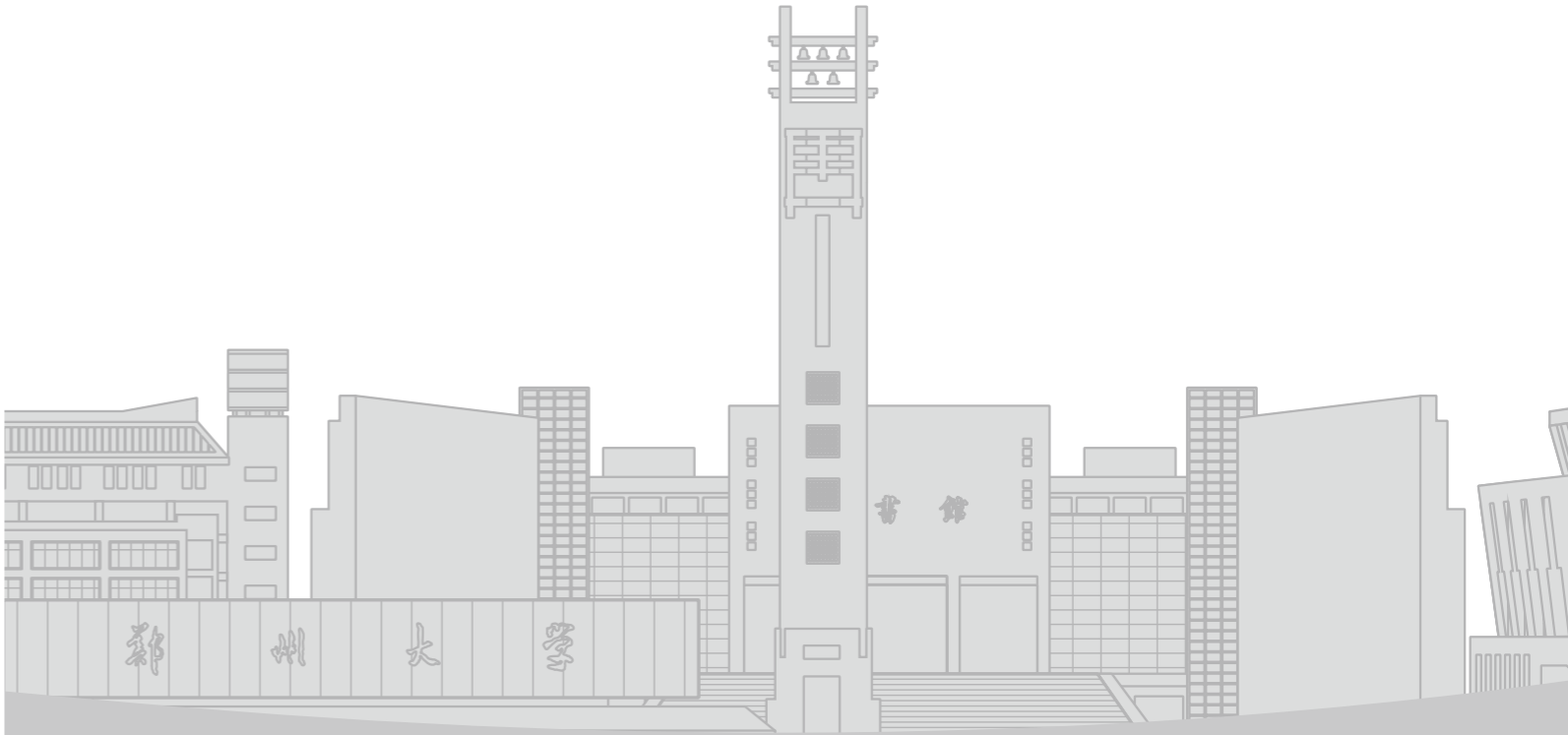
支持在医疗、工业控制等多个领域的应用开发，极大地增强了机器人的拓展性和适用性，为用户提供了灵活、高效的定制化解决方案。

应用情况：该查房机器人已应用于郑州大学第一附属医院。通过高精度定位与导航，辅助医护人员进行查房、病房巡视等工作，提升工作效率与精确性；机器人具备灵活的避障功能，能够自主在病房内移动，确保不会干扰患者或医护人员的操作；同时能够实现实时数据传输与远程控制，支持高清视频监控、远程诊疗和实时数据分析，提升了医疗服务的及时性和精确度。机器人能够自主导航并避障，减少了人工巡查的时间和劳动强度，提高了查房和巡视的覆盖率，确保每个病房都能得到高效的关注。能够开放多种 API 接口和模块化设计，能够根据用户实际需求进行功能扩展和二次开发，进一步提升了机器人的应用潜力和适用范围。

效益分析：借助 5G 技术的高速传输和低延迟特点，可以实现实时数据处理和远程控制，提升医疗服务的及时性和准确性。有效减少了医院的人力成本，通过自动化巡房和实时监控，提升了医疗服务的覆盖率和响应速度，满足了医院在高效管理和精细化服务中的需求，具有广阔的市场潜力。

机器人采用模块化设计，支持功能定制和灵活配置，适应不同医院和医疗机构的需求。医院可以根据实际情况选择合适的硬件和软件功能，极大提升了设备的可用性和市场适应性。此外，开放的 API 接口使得开发者可以在不同平台上进行二次开发，进一步拓展了机器人在智能医疗、健康管理等领域的应用空间。

三、新能源及节能技术



目录

三、新能源及节能技术（共43项）

- 1、一种全无机锡铅二元钙钛矿吸收材料及其制备方法
- 2、一种高性能半透明钙钛矿光伏器件制备技术
- 3、生物质热解多联产集成系统
- 4、生物质高端生态炭材料制备技术
- 5、大容量锂离子电池极小阻抗在线检测及状态感知技术
- 6、低成本、高能量密度钠离子电池正负极材料
- 7、低膨胀高安全长循环400Wh/kg锂金属软包电池与产业应用
- 8、面向大规模分布式储能的新型水系锌离子电池技术
- 9、高安全固态锂电池
- 10、高性能固态锂硫电池的制备方案及关键技术
- 11、一种应用于大功率充电桩的脉动热管翅片联合散热装置
- 12、智能停车场振动能量俘获自供电设备
- 13、新型双缸电磁活塞压缩机
- 14、定制高弹性交联聚合物电解质用于柔性电池
- 15、高传导、易合成氢燃料电池质子交换膜
- 16、高性能绿氢电催化剂及关键技术的研发
- 17、一种多源不确定性影响下的动力电池管理系统
- 18、使用液体工质的脉动冷管
- 19、废旧锂离子电池关键材料绿色高值再生回收利用
- 20、一种过程控制系统的控制方法
- 21、新型接触式热泵烘干机
- 22、高电压自均压真空灭弧室关键技术及应用
- 23、风力发电机绕组绝缘材料开发及绝缘寿命评估
- 24、光伏发电与储能系统用高压直流接触器关键技术及应用
- 25、环保型金属卤化物显示照明光源
- 26、分布式能源接入电网功率变换电路、装置及控制方法
- 27、石油管道防腐减阻技术
- 28、高可靠高集成无稀土开关磁阻电机系统

三、新能源及节能技术（共43项）

- 29、低碳/零碳动力关键技术
- 30、一种管式多风道太阳能集热墙
- 31、文化遗址玻璃地面通风除雾系统
- 32、新型高效管箱耦合U型换热管式多管程换热器
- 33、半透明钙钛矿太阳能电池应用于自供电智能窗户
- 34、一种可定制化3D打印固态电池器件集成设计与可穿戴式应用
- 35、基于智能BIM-机器学习及新能源的建筑节能优化技术
- 36、低成本高活性柔性全布混合离子电容器
- 37、超声速二氧化碳液化、分离、封存技术
- 38、热压成型复合材料双极板及其产业化
- 39、“地热+”多维绿能协同低碳供能系统关键技术与应用
- 40、钼、钨基光、电催化水分解产氢催化剂体系
- 41、超级电容器用 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2/\text{C}$ 材料及其制备方法
- 42、烟道气 CO_2 的资源化新路径：基于Li- CO_2 电池的绿色回收与能量转化研究
- 43、振杆密实法处理大面积深厚松软土地基技术

1、一种全无机锡铅二元钙钛矿吸收材料及其制备方法

所属院系：化学学院

成果简介：本发明属于钙钛矿吸收材料技术领域，公开一种全无机锡铅二元钙钛矿吸收材料及其制备方法。其分子式为 CsPb1- xSnxI2Br、CsPb1- xSnxI2Br- CsCl 或 CsPb1- xSnxI2Br- CsCl- S，0 < x < 1。1、合成 CsPb1- xSnxI2Br 前驱体溶液：将 CsI:PbI2:PbBr2:SnI2:SnBr2:SnF2 按照 2:1- x:1- x:x:x:0.1 的摩尔比例溶解到有机混合溶剂中，在室温下搅拌反应 10- 12h，得到 CsPb1- xSnxI2Br 前驱体溶液；2、制备 CsPb1- xSnxI2Br 薄膜：将步骤 1.所得 CsPb1- xSnxI2Br 前驱体溶液过滤后，在惰性气氛中通过溶液沉积技术将其沉积在基底上，在最后沉积的 5- 10 s，滴加乙酸乙酯，随后将沉积薄膜的基底在 ≥60℃ 的温度下退火 ≥40 s，得到 CsPb1- xSnxI2Br 薄膜。本发明制经过简单工艺获得了高质量的薄膜；通过调控锡铅合金元素比例使材料之间的能带更加匹配，拓展了钙钛矿薄膜的光吸收边。

应用情况：本发明提供了一种全无机锡铅二元钙钛矿吸收材料及其制备方法，具有重要的应用价值。通过调控CsPb1xSnxI2Br 的锡铅比例，可优化材料的能带结构，使其更加匹配高效光电器件的要求。本发明在简单制备工艺下制得了高质量的钙钛矿薄膜，并拓展了薄膜的光吸收范围，提升了光电性能。

该材料及其制备方法适用于钙钛矿太阳能电池、光探测器、发光二极管（LED）等光电器件的制备。与传统制备技术相比，本发明简化了工艺步骤，降低了制造成本，并显著提高了薄膜的稳定性和光吸收效率。此外，通过在沉积过程中引入溶剂滴加策略和退火处理，改善了薄膜的结晶质量和均匀性。了新的技术路径，为开发高效、稳定的光电器件奠定了基础。

效益分析：本发明基于全无机锡铅二元钙钛矿吸收材料的制备技术，具有显著的经济和社会效益。在投入方面，本发明采用常规钙钛矿前驱体原料（如 CsI、PbI2、SnI2 等）和有机溶剂，原材料成本低廉且易得；制备工艺以溶液沉积为主，设备要求较低，工艺简单，适合规模化生产，进一步降低了生产成本。

在产出方面，通过调控锡铅比例，实现了高质量薄膜的制备，提升了薄膜的光吸收效率和光电性能。该技术可广泛应用于太阳能电池、光探测器和 LED 等光电器件中，提高产品性能的同时降低了制造成本。特别是在光伏领域，扩展光吸收范围将显著提升器件的能量转换效率，推动钙钛矿太阳能电池的产业化进程。综合分析，本发明具有高投入产出比和市场竞争力，为高效光电材料的开发提供了经济高效的解决方案，并有望实现大规模应用，带来可观的经济效益和社会效益。

2、一种高性能半透明钙钛矿光伏器件制备技术

所属院系：化学学院

成果简介：本成果针对半透明光伏器件在建筑一体化光伏（BIPV）和智能窗等领域的应用需求，开发了一种高性能半透明钙钛矿光伏器件制备技术。通过设计优化钙钛矿材料的组成及其制备工艺，成功制备了兼具高光电转换效率和优异光学透明度的钙钛矿光伏器件。

该技术采用低温溶液法，结合界面工程与透明电极优化策略，实现了高质量钙钛矿薄膜的制备。通过调控钙钛矿层的厚度和透明电极的光学特性，器件可达到可见光透过率（VLT）20%-40%的可控范围，同时保持超过 15% 的光电转换效率。此外，该器件展现出优异的长期稳定性，能在高湿、高温等苛刻条件下保持性能不衰减。

本技术适用于建筑智能窗、车载太阳能窗、可穿戴设备供能等多种应用场景，具有广阔的市场前景。其制备工艺简单、成本低，适合大规模产业化生产，为实现高效、低成本、透明光伏技术提供了创新解决方案，对推动新能源技术的发展具有重要意义。

应用情况：本技术开发的高性能半透明钙钛矿光伏器件制备方法，具有广泛的实际应用价值，尤其适用于建筑一体化光伏（BIPV）、智能窗、车载太阳能窗等领域。通过优化透明电极与钙钛矿层的结构，该技术制备的器件可实现可见光透过率（VLT）20%-40%的灵活调节，同时具备超过 15% 的光电转换效率，为智能建筑提供了兼具采光与发电功能的解决方案。

此外，半透明钙钛矿光伏器件的轻量化特性使其适用于可穿戴电子设备、便携式发电装置等场景。器件在高湿、高温环境下展现出优异的稳定性，能够满足多种严苛使用条件的需求。

本技术工艺简单、材料成本低，易于集成到现有光伏产业链中，支持大规模生产，有助于降低透明光伏器件的市场门槛。通过该技术，半透明光伏器件可在多种场景中实现绿色能源的高效利用，为新能源的推广与普及提供了重要技术支撑。

效益分析：本技术针对半透明钙钛矿光伏器件的制备需求，通过优化材料体系和制备工艺，实现了高性能与低成本的有机结合，具有显著的经济效益和社会效益。

投入方面：制备过程采用低温溶液法，原材料价格低廉，生产设备要求较低，技术开发初期投入可控。工艺优化后材料利用率高，减少浪费，进一步降低了生产成本。与传统晶硅光伏相比，该技术对高温设备依赖小，能耗明显降低，具备经济性优势。

产出方面：制备的半透明钙钛矿光伏器件光电转换效率超过 15%，可见光透过率可调，适配建筑一体化光伏（BIPV）、智能窗和车载光伏等高附加值市场需求。相比传统光伏材料，该技术拓宽了应用场景，带来了更大的市场空间。预计商业化后，单位发电成本可降低 20%以上，市场推广潜力显著。总体而言，本技术实现了高效益和低投入的目标，具有显著的经济回报，对推动新能源技术应用、促进绿色能源发展具有重要意义。

3、生物质热解多联产集成系统

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：基于生物质热化学转化工艺，提出了全组分高值化多联产技术路线，开发并优化了生物质焦炭、生物燃气、高值生物油产品的联产工艺路线，主要创新点：①实现了生物质全组分、资源化利用；②根据市场及工艺要求，可以对多种目标产品的协同转化进行有机组合及优化。

应用情况：该技术将生物质定向热解技术、生物燃气净化与品质提升技术、生物油组分富集及催化调制技术和热解焦炭高质化利用技术整合，实现系统化集成，实现生物质的高值化利用。

效益分析：结合现有生物质热解多联产示范工程，年消耗秸秆等农林废弃物 3000 吨，减排温室气体 2000 吨；年生产炭化燃气 72 万立方米，年生产生物炭 786 吨、木焦油 146 吨、木醋液 952 吨，可年创直接经济效益 130 万元。

4、生物质高端生态炭材料制备技术

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：基于生物质热化学转化工艺，利用未开发利用的竹料、以及现有的竹制品加工企业如家具厂、编制厂等企业产生的竹废弃物，生产高端生态炭产品，进一步深加工生产竹质颗粒活性炭、电容碳等，副产氢气或甲醇，在竹炭生产领域形成具有自主知识产权和核心竞争力的节能环保专利技术。

应用情况：活性炭是由含碳的原料经热解、活化加工制备而成的多孔性炭材料，是一种优良的吸附剂，本项目制备炭产品可用于食品饮料、医药化工等附加值较高领域。同时，中国是全球最大超级电容炭市场，超级电容炭需求将快速增长，国产替代空间广阔，项目制备高端电容炭产品助推国产替代比例提升。

效益分析：制备颗粒活性炭产品可以按照 10000 元/t 的价格销售。按照年运行 2000 小时计算，项目年产颗粒活性炭 1250t，年颗粒活性炭销售收入为 1250 万元，高端电容炭产品价格随市场波动（售价更高）。

5、大容量锂离子电池极小阻抗在线检测及状态感知技术

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：近年来，电化学储能技术在新能源领域得到了广泛应用，尤其是锂电池技术因其高能量密度和长寿命等优势，被广泛应用于电动汽车、储能电站等场景。然而，锂电池的安全性问题一直是制约其发展的关键因素。锂电池在过充、过放或内部短路等情况下可能发生热失控，引发火灾或爆炸，对人员安全和财产造成严重威胁。

为了提高电化学储能系统的安全性，本项目开发了一种高精度、极小交流阻抗测量技术。这项技术能够在强干扰的环境下，实现对电池动态阻抗的实时测量。通过分析电池的交流阻抗变化，可以在线感知电池的内部状态，包括温度、SOC（荷电状态）、SOH（健康状态）等关键参数，及时发现潜在的安全风险，从而有效避免电池热失控事件的发生。

应用情况：本项目技术能够在线感知电池的内部状态，包括内部温度、荷电状态（SOC）和健康状态（SOH），从而评估电池的安全状态。这些感知技术的应用场景非常广泛，包括但不限于电源侧、电网侧和用户侧的电化学储能系统。在合作方面，我们积极与高校、企业、科研院所联合开展技术攻关，建设“产学研”协同的储能安全技术研发试验基地。

转化情况，我们的项目聚焦储能技术攻关，强化试点示范应用，并制定行业标准体系以科学制定行业政策、标准规范、评价体系。

效益分析：本项目的高精度、极小交流阻抗测量技术，针对电化学储能领域，特别是锂电池储能系统的安全性问题，提供了有效的解决方案。项目的投入主要是阻抗测量设备的系统集成等。产出方面，项目通过提升储能系统的安全性，减少了事故发生率,提高了储能系统的经济效益和社会效益。

在市场份额方面，截至 2024 年上半年，全国新型储能项目的累计装机规模已达到 4444 万千瓦/9906 万千瓦时，呈现出高速增长的态势。电化学储能技术，尤其是锂离子电池，在全球及中国的市场占比均超过 90%。这表明电化学储能市场正处于快速增长期，为本项目提供了广阔的市场空间。

6、低成本、高能量密度钠离子电池正负极材料

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：钠离子电池由于钠资源不卡脖子，理论成本低，低温和倍率性能突出，近年来成为投资热门赛道。除头部企业比亚迪，宁德加码投资外，也有很多国企和私人投资者希望入局。

目前，钠离子电池商业推广面临亟待解决的两个问题：电池单位瓦时成本高和能量密度不足（低于绝大部分锂电）。

本团队积累近十年，通过特殊的材料组分设计和过程控制突破了这两项瓶颈，中试定型了堪比铁锂的高能量密度钠电层氧正极材料和锂钠电池兼容的低成本硬碳负极材料。结合这两款材料制备的全电池能量密度可达 180 Wh/kg，高于目前应用最广的磷酸铁锂刀片电池的 160 Wh/kg。电池的循环寿命>3000 次，低温、倍率、安全性能优异，可用于电动汽车，成本低于磷酸铁锂电池，具备市场竞争力。

应用情况：成果初期应用场景包括特殊低温场景如低温叉车、高寒地区矿车、冷库机器人、低温电动工具、电动自行车（北方）、低温军工产品，这类应用场景不要求低成本，最容易率先得到商业推广。进阶应用场景则是电动汽车，本成果的产品在成本和能量密度上可与铁锂竞争，争夺该巨大市场。规模应用场景则是北方户外钠电储能系统，可适应冬季严寒环境，市场潜力极大。

课题组在前期曾与新乡科隆、浙江瓦司特钠合作，进行了前期的中试验证，取得了成功。基于前期成果的钠离子电池储能系统已应用于华北油田，下一步将应用于新疆油田。本成果的产品已经通过天合光能评测，对方有强烈采购意向。成果可向材料、电池企业进行技术转让/许可，或进行股权投资，吸引政府、社会、风投投资，自行进行成果转化。

效益分析：固定资产投资：年产量 5000 吨的生产线，需要混料、烧结、破碎、粉碎、批混、筛分、除磁、包装、产品检测等设备约 10000 万元，厂房、土建等投入 3000 万元，共 13000 万元。

流动资金：2000 万元。

材料成本：4.5 万元/吨，售价 5.5 万元/吨。

年产值：27500 万元

年毛利润：5000 万元

年净利润：3000 万元

年投资回报率：20%

投资回收期：5 年

7、低膨胀高安全长循环400Wh/kg锂金属软包电池与产业应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：以石墨为负极的第二代锂离子电池的能量密度已接近其理论极限（372 mAh/g），使用新型“轻质高能”的第三代锂金属负极（3860 mAh/g，是石墨材料的 10 倍以上），可大幅提升单体电池的能量密度。

然而，锂沉积的不均匀性及与酯类电解液的高反应活性等特点阻碍了产业发展。本成果从软包（400 Wh/kg）应用角度在锂金属负极上成功地构建了具有亲锂性能的合金保护层（膨胀率远低于行业标准 10%），在低膨胀高安全耐酯类锂金属电池体系中表现出优异的循环稳定性和安全性。

N/P 比低至 1.02 且贫液为 1.75 g/Ah 的 400 Wh/kg 软包电池经过 100 次循环后仍表现出 96.04%的容量保持率，且已实现无人机长巡航试飞，在低空经济等新型领域展现了优异的发展前景。

应用情况：行业内循环后软包电池的体积膨胀率一般均在 40%以上，与产业化基本要求（≤10%）仍存在较大差距，体积膨胀主要源于锂金属负极。且测试过程中（尤其是快充3C 条件下）锂金属粉化现象带来巨大的安全隐患。

锂金属软包电池证实，使用新型低膨胀高安全富锂合金负极在水分含量低于 1‰的小试线干燥房中组装的软包电池，可有效促使锂的均匀沉积提升界面反应稳定性，且采用小倍率充放电技术抑制了锂金属粉化的可能性。

上述界面稳定性提升机制，在 6.0 Ah、400 Wh/kg 锂金属软包电池中实现长循环（≥100 次）和低体积膨胀率（≤10%），切已实现小试线与中试线的批量组装与无人机长巡航试飞，技术水平达到国际领先。

效益分析：本成果通过突破高稳定锂金属负极核心技术，大幅提升电池能量密度，在 Ah 级锂金属软包电池中实现能量密度≥400 Wh/kg、循环寿命≥100 次，且在无人机小试线与中试线实现长巡航试飞，技术水平达到国际领先。现在行业正在使用的第二代锂离子电池在无人机上一般能巡航 5~30 分钟左右。而本成果通过开展产业化生产试线，优化锂金属电池在器件结构、电池管理等参数能使无人机飞行时间延长 60%-80%，目前已实现无人机续航 120 分钟以上，是行业标准的四倍以上。

预期推动高安全锂金属软包电池能量密度提升且有效控制体积膨胀率≤10%。不仅为无人飞机领域提供高性能电池解决方案，更为未来的能源存储技术树立了新的标杆。

8、面向大规模分布式储能的新型水系锌离子电池技术

所属院系：化工学院

成果简介：本研究旨在开发新型水系锌离子电池技术，制备具备高安全性、低成本、长寿命、耐低温的多孔电极材料，并配置适用于低温环境的共晶电解质，为新型分布式储能系统提供全面的一站式解决方案。目前已开发了具有 165Wh/kg 的高比能水系锌镍软包电池产品，远高于市场上所有的水系锌电池循环性能。为全面提高储能器件的整体性能，我们分别在正负极和电解质方面进行技术创新：优化了新型锌基电池用多孔镍基正极材料、多孔异质金属锌负极材料以及多组分混合电解质的生产工艺，降低了生产成本，实现了关键电池材料的公斤级制备，摸索了规模化制备的规律，为中试放大奠定了基础。

应用情况：应用/产品创新：基于所开发的多孔电池材料优异的电化学性能，开发了 165 Wh/kg 的高比能水系锌镍软包电池、具有超高的锌沉积/剥离速率和超长循环寿命的异质金属多孔锌负极和具有优异低温性能的 ZnSO₄-Ace-Asn 混合电解质，相关产品已获得学术界及产业界广泛关注。新型锌基电池器件的开发丰富了化学电源体系，其将在便携消费类、启停电源、大规模电网储能、高安全需求（航空、航海、轨道交通）等领域展现出巨大的应用前景。目前正在与华为中央研究院瓦特实验室（简称华为瓦特）、广州倬粤动力新能源有限公司（简称广州倬粤）和复旦大学水系电池研究中心联合技术攻关，建立中试生产线。

效益分析：在可持续发展的时代背景下，开发、应用同样安全可靠、低成本（<0.5 元/Wh）、更高能量密度（>100Wh/kg）、高倍率性能（>10 C, 6 分钟充/放）及长循环寿命（>1000 次）的新型水系锌基蓄电池将前景广阔，同时可有效解决铅污染问题（各国正相继禁止涉铅产品）。本项目每Wh 价格仅需 0.35 元，远远小于市面上的大部分电池产品，与几家水系锌电池的产品价格相当。低的能源储存价格代表着本项目拥有着成本效益高，项目整体经济效益高；可促进可再生能源的储存，可应用的能源储存市场大；稳定现有能源价格的波动的巨大优势。

9、高安全固态锂电池

所属院系：化工学院

成果简介：本项目以发展新一代高安全固态锂电池为目标，构建电池设计新范式、发展关键材料制备新策略和电池集成新技术，解决了固态电池固/固界面精准构建、动力学精确调控的问题，突破超薄固态电解质强度低、性能差的实用化瓶颈，获得了高安全固态锂电池。制备出的固态电芯容量为 50Ah，标称电压为 3.7V，电压范围为 2.8~4.2V，质量能量密度可达 280 Wh/kg，内阻<0.8mΩ，在 1C 下循环寿命≥1000次，工作温度范围-20~80℃，该电芯可作为消费电池、储能电池等应用于各种储能产品。该固态电池具有极高的安全性，折叠、挤压、穿刺、裁剪不起火、不爆炸。

应用情况：本项目基于聚合物拓扑工程策略，开发出超薄固态电解质及界面精准构建新方法，突破了超薄固态电解质强度低和性能差的应用瓶颈，该固态电解质可匹配市场的主流正极材料与锂金属负极，组装固态电芯容量可达 50Ah，并具有极高的安全性。目前本项目部分技术正在与河南省鹏辉电源有限公司共同开发，并已有小试产品，后续围绕固态电池材料、制备、测试、集成等关键技术进一步优化与扩展，推动固态电池领域高端技术研发和工程应用，加速先进技术的研发及在河南省的转移转化。

效益分析：固态电池的研发和生产将促进新材料、新技术和新产业的兴起，创造更多就业机会。固态电池不易发生泄漏和爆炸，使用安全性更高，可以增强用户信任、加速电动车的普及，减少对化石燃料的依赖，改善城市空气质量，减少温室气体排放，缓解全球变暖。项目实施后可以显著提升我国固态电池国产化制造创新能力，带动我国固态电池及其关键材料的迅速发展并形成高端产业集群，为提升我国新能源汽车产业的创新能力和核心竞争力作出重要的贡献。项目研究成果将形成一系列自主知识产权的核心技术，使我国固态电池及关键材料制备和集成技术占据国际领先地位。

10、高性能固态锂硫电池的制备方案及关键技术

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：安全问题和里程焦虑是当前电池发展面临的两大主要挑战。针对这些问题，我们设计了一种高性能固态锂硫电池，具体包括以下几个方面：

- 1.高性能硫正极：基于设计的纺丝基催化宿主材料，可制备比能量高达 502 Wh kg⁻¹ 的 2 Ah 软包电池，从而显著提升续航能力。
- 2.功能化芳纶隔膜：基于功能化的芳纶基隔膜，我们不仅提高了电池的安全性（基于芳纶的热稳定性），还优化了硫正极和锂金属负极的性能（基于功能化官能团的引入）。
- 3.聚合物固态电解质：我们设计了一种适用于锂硫电池的聚合物固态电解质，能够配合面积比容量大于 2 mAh cm⁻²的硫正极，其性能远超目前的固态聚合物电解质。
- 4.固态聚合物电解质的基底：无基底时，电解质膜减薄时易出现褶皱或破裂，影响其规模化生产时的均一性。传统隔膜热性能较差，会降低离子导电率。我们的基于纺丝设计的具有特殊官能团的热稳定性基底，能够有效满足上述要求。

应用情况：基于成果的安全性和高比能量密度，以下是一些可能的应用情况：

- 1.电动汽车（EV）：通过显著提高能量密度与安全性，该电池技术可显著延长电动汽车的续航里程，降低里程焦虑。这对于增强用户对于电动汽车的接受度和市场竞争力具有重要意义。
- 2.可再生能源存储：在风能和太阳能等可再生能源存储系统中，使用这种高能量密度的固态锂硫电池能够提升存储效率，优化能源的使用与管理，促进可再生能源的普及。
- 3.便携式电子设备：在智能手机、笔记本电脑及其他便携式电子设备中，高能量密度与安全性的结合能够满足用户对续航和安全的双重需求，从而提高产品竞争力。
- 4.电网平衡：在电力系统中，固态锂硫电池可用于负载平衡和调节，从而应对电力供应的波动，提升电力系统的稳定性和可靠性。

5.电池回收与可持续性：固态电池在材料的可循环利用方面相对传统液态电池更具潜力，有望推动电池回收技术的发展，增强动力电池的可持续性。此外：设计的功能化隔膜适用于所有商业化锂离子电池、

锂金属基电池等；

设计的固态电解质，适用于所有锂金属基电池；设计的基底适用于所有聚合物基电解质。

效益分析：

降低生产成本：采用新型固态聚合物电解质及功能化芳纶隔膜的设计，可以降低电池生产过程中的材料和工艺成本。

长期来看，随着大规模生产技术的成熟，单位电池成本将逐渐降低。

提高市场竞争力：高能量密度（502 Wh kg⁻¹的电池能够显著提升电动汽车及便携式电子设备的续航能力，增强市场竞争力，吸引更多消费者选择基于该电池技术的产品。

扩展市场规模：可应用于多个领域（如电动汽车、可再生能源存储等），不仅增强了原有市场的占有率，同时也开辟了新的市场机会，进一步推动企业的增长。

11、一种应用于大功率充电桩的脉动热管翅片联合散热装置

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：本装置针对充电桩内有限空间的高效散热需求，采用脉动热管的“超导热”特性及翅片强化换热特点实现功率模块的快速高效散热。

该装置能够比现有的风冷却方式的散热效率提高 50%以上，适用于 30 kW 以上直流快充充电桩的散热需求，有效减少充电能耗 10%~15%，使用中减少了风扇的使用数量，平均降低风扇噪声约 15 分贝，并相应减少每年维修费用支出 25%以上，平均使用寿命相比传统技术提高 2 年以上。

本装置通过脉动热管翅片联合传热强化技术进行充电桩内部散热管理与控制，实现了大功率充电桩工作过程中的节能与减噪效应，有效延长充电桩内电子元件的使用寿命，提升了大功率充电桩的工作效率和安全稳定性。

应用情况：针对我国电动汽车大功率充电桩的发展需求，将本装置加入到充电箱内部热管理场合，已开展了实验室及小试装置的开发及性能测试工作，为本装置的应用奠定了良好的基础。

效益分析：从促进联盟 EVCIPA 公布的最新数据及每台充电桩的散热系统估价计算，每台充电桩的售价按 2.6 万元计算，其中散热系统占据 20%的预算，则本项目的总产值可达 4680 万元。随着发改委提出的“桩站先行”、“四纵四横”的城际快充网络建设计划实施，预计 2060 年我国车桩比将达到 1:1，充电桩总量将超过 5 亿台，新增投资额将达到 2.6 万亿元。

12、智能停车场振动能量俘获自供电设备

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：为了收集道路振动能量和供电智能停车场的传感器系统，基于智能停车场中行驶路面和停车入库时的振动能量，提出了一种大功率的钹鼓复合型振动压电俘能器，能够承受低频、低幅值、大冲击力的汽车随机激励，并兼具钹型换能器高的承载能力还具有鼓型换能器高的机电能量转化效率。该成果能为智能停车场传感器系统持续稳定地自供电。

该设备输出电压达到 100 V 以上，输出功率达到 0.5 W 以上；可靠稳定工作 5 年以上；工作温度-30℃~70℃；工作湿度为 30%~80%。

技术优势在于承受低频、低幅值、大冲击力的汽车随机激励，发电功率大，具有较高的可靠性和耐久性。

应用情况：该设备输出电压达到 100 V 以上，能应用在智能停车场系统或城市道路中，为道路监测传感器提供一种持续稳定地自供能方式。

该设备能为智能停车场系统或城市道路无线监测传感器自供电，初步与河南绿能风电科技有限公司展开合作，提供样机制作和技术支持，进行科技成果转化与应用。效益分析：该设备运用在智能停车场系统的健康状态监测传感器自供电中，加工成本为 2 万元，前期研发投入约 30 万元。该设备能够实时监测停车场状态信息，节约用电，可较大降低维护成本，延长服役时间，保证安全可靠的运行，具有巨大的经济效益和应用场景，年产出达到 150 万元。

13、新型双缸电磁活塞压缩机

所属院系：新型双缸电磁活塞压缩机

成果简介：压缩机在化工和制冷等行业运用，应用范围广泛。可以压缩多种不同的工质（空气、氟利昂等制冷剂）。

电磁旋转活塞压缩机与目前大量应用的往复式活塞压缩机相比较没有往复运动部件，具有功耗低、运行平稳和噪音小的特点，特别适用于车载冰箱等要求低振动和高可靠性的场所。本项目利用相互对称高磁旋转活塞受通有加载脉冲或交流电流的线圈的脉冲磁场的力的作用实现旋转运动压缩气体、没有电机和轴承等机构的结构简单实用的电磁旋转活塞压缩机。本压缩机比常规往复压缩机的噪音将降低 50%，寿命提高一倍以上，由于没有电机及曲柄连杆等机构，相同产气量的情况下重量将减少 40%，体积减少 60%。在小型制冷装置中替代传统压缩机，将提高制冷效率，降低系统重量和成本。

应用情况：随着电动汽车的推广，对于车载冰箱的需求越来越大。长寿命，高效率的车载冰箱的需求也越来急迫。

与传统的磁制冷相比，压缩蒸汽制冷具有效率高的优点。电磁活塞压缩机结构紧凑，重量轻。效率高，特别适用于车载冰箱等应用场合。本项目如果能够得以转化，将会提高新能源汽车的舒适品质，因此电磁活塞压缩机具有广阔的应用前景。

效益分析：电磁活塞压缩机结构紧凑简单，压缩效率高，重量轻，加工难度小，特别适用于车载冰箱等制冷装置中。采用常规的机械加工设备即可完成电磁压缩机的生产，初投资小。随着电动汽车的广泛应用，对车载冰箱的需求越来越大，据估计 2028 年车载冰箱的产值将达到 70 亿。因此，本项目可以实现小投入大产出。

14、定制高弹性交联聚合物电解质用于柔性电池

所属院系：化工学院

成果简介：近年来，便携式和可穿戴电子设备的兴起使得对柔性电池的需求迅速增加，促使了高比能量柔性电池的开发，用固态电解质替代有机液态电解质 LE 可以消除锂枝晶生长和易燃 LE 引发的燃烧或/和爆炸的安全问题，已成为提高锂空气电池性能的一项有前景的技术。固态聚合物电解质具有较高的柔韧性、优良的加工性和良好的界面接触性，是固态锂空气电池理想的电解质材料。为了满足柔性智能可穿戴设备的供电和柔性完整性，设计了一种高弹性交联聚合物电解质，组装的柔性电池可以在一系列弹性状态下工作并在各种变形过程中保持电化学性能，例如拉伸和弯曲等，具有良好的发展前景。

应用情况：本实验制备了一种具有高机械弹性，良好柔韧性的聚合物电解质，组装柔性纤维电池在任何弯曲角度下均可点亮 LED 灯带，说明了其在柔性可穿戴锂空气电池应用方面的优势。在后续的研发中可适用于可穿戴设备:如智能手表、智能眼镜等需要柔性和可弯曲特性的设备。可与高校联合开发新型交联聚合物电解质材料，专注于优化其离子导电性和机械性能或者与企业合作，推动电解质在实际应用中的适配与优化。转化情况：①技术专利化：针对交联聚合物电解质制备工艺、结构设计和性能优化，申请国家及国际专利。②小规模产业化：建立小规模生产线，开展交联聚合物电解质材料的中试生产，用于柔性电池原型开发与验证。

效益分析：高弹性交联聚合物电解质在柔性电池中的应用具有显著的技术、经济和社会效益。1、投入分析 (1)研发投入：a. 材料研发费用, 每年预算：约 10 万~50 万元，用于设备采购、原材料、样品制备及性能优化。b. 工艺开发费用，涉及聚合工艺的优化、制备方法以及中试生产线搭建c. 团队投入。(2)生产投入. 2、产出效益分析，a.直接经济效益 b.间接经济效益。高弹性交联聚合物电解质技术是柔性电池行业的重要突破，其投入虽然较高，但由于市场需求旺盛，技术竞争力突出，产出效益显著，预计可在短期内实现研发与生产成本回收，并创造长期经济与社会效益。同时，该技术的应用有助于推动柔性电子设备的普及、绿色能源的发展和我国新能源领域的全球竞争力提升。

15、高传导、易合成氢燃料电池质子交换膜

所属院系：化工学院

成果简介：本课题意在解决目前已开发的传统氢燃料电池质子交换膜合成条件苛刻，传导率有限的问题，利用氢键有机框架材料规则的孔道结构、可调的功能基团、温和简便的合成手段（70℃）等特性，构建酸碱载体协同的高效传递通道，并制备成二维层状质子交换膜，在 85℃ 100%RH 下实现 156.2 mS cm^{-1} ，突破传统质子交换膜传导性能上限，服务高性能氢燃料电池开发。

应用情况：本项目设计开发的二维酸碱型氢键有机框架层状膜可以在 85℃ 100%RH 下实现 156.2 mS cm^{-1} 的质子传导率，其中丰富的酸碱型氢键显著提高了膜的质子传导能力，加快氢燃料电池的技术发展，具有极大的应用前景。相关成果一经发表，受到了中国膜工业协会、膜科学与技术、郑州大学官网等多方的关注与报道。目前，该项目正积极进行薄膜放大制备及小试实验。

效益分析：

本项目的投入主要为人力成本：包括科研人员的工资、津贴等。材料成本：用于合成氢键有机框架材料的原材料费用。实验设备：采购高精度实验设备和测试仪器的投资。经济产出：根据市场需求预测，产品可在未来几年内实现良好的销售额，预计年销售额可达到数百万，具体依据市场反应和需求增长。成本回收期：通过合理的价格策略和成本控制，预计项目将在两年内收回投入成本，实现盈利。由于新型质子交换膜的高效性以及低温合成的可行性，该项目拟占据市场的快速成长段，初步估算在 3-5 年内可获取 10%-15% 的市场份额。

16、高性能绿氢电催化剂及关键技术的研发

所属院系：化工学院

成果简介：针对当前电解水催化剂的水解离能高、活性位点稳定性差、成本过高等问题，迫切需要开发高活性、低成本和高稳定性的电解水催化剂，本成果主要包括：1.基于二维基底进行金属单原子活性位点的化学组成、短程和远程微观环境的调控，深挖金属单原子活性位点的催化活性和结构稳定性。2.通过低温合成和可控硫化技术，利用模板法实现二维高熵硫化物的普适性制备，通过调控金属离子的类型、种类数量和比例，合成 29 种高性能和优异稳定性的二维高熵硫化物电解水催化剂。基于以上技术成功合成了 30 余种高性能电解水催化剂，其中在 1 A cm^{-2} 的大电流密度下稳定运行 200 小时，其电流密度仅衰减 5% 左右。因此，开发的系列电解水催化剂有望实现绿氢产业化应用。

应用情况：本研究成果开发的系列清洁、高效和可持续能源转换的新型电解水催化剂，有效将水分解为氢气和氧气，应用于氢能汽车、Li-O₂ 电池、制氢等众多新兴领域中高性能电催化剂。目前正在寻找深创投等相关企业进行技术转化和合作，初步了解了企业相关需求和技术瓶颈。

效益分析：预计相关成果转化需要投入 200 万经费，将实现多种高性能电解水催化剂的开发。同时，攻破碱性电解水中关键技术，包括高性能电催化剂的开发、质子交换膜的研发、电池堆的组装和工艺开发等技术，实现在工况下全电解水高效产氢，相关成果落地之后将实现年超过 2000 万的利润。

17、一种多源不确定性影响下的动力电池管理系统

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：热负荷、振动冲击、自放电电流等波动带来的多源不确定因素，对动力系统性能、电池安全性等关键指标有重要影响。采用监控和均衡控制能在一定程度上改善，但不能完全消除不确定性的影响。为了保障安全温度和电压阈值，需要从电池管理系统 BMS 的前期设计阶段就考虑不确定性。从系统架构上，对电芯、模组和电池组三个级别进行分层建模及耦合是改善预测模型精度的重要方向。为了改善动态反馈效果，需借助预测模型，提出“先分后合”的分层统一深度高斯模型，对全生命周期中的不确定性进行量化，提升系统的稳健性和可靠性。提出一套可有效处理各向异性概率空间的量化策略，提高控制精度和鲁棒性，优化电池性能，提升寿命和安全性。

应用情况：相关科研成果的主要应用场景为新能源汽车，尤其是插电混合动力车型的发动机舱热管理。已与郑州日产汽车有限公司于 2023 年签订了合作协议框架，保持长期合作关系，尤其在热管理、系统集成等领域展开了深入的产学研合作。

郑州日产汽车有限公司已成功将多项研发成果应用于新车型的研发及实际生产。公司及其主要供应商拥有自主研发的电池管理系统的完整知识产权，且已有若干产品实现了批量生产并进入市场。本次研发项目的核心技术在取得突破后，计划通过与合作企业的产业化基地推进产业落地，推动整个产业链的优化和升级。

效益分析：本项目利用数学方法来衡量电池管理系统中的不确定性因素并加以控制，有望在较低成本的投入下达到以下目标：①在同等试验时间和仿真计算量的前提下，争取提升锂离子电池设计寿命 10%-20%；②锂例子电池衰减到80%以前的充放电循环次数提高 10%；③减少 80%的热失控发生，能够提前 20 分钟预警电池包热失控的发生（国标要求为 5 分钟）；④非热泵空调系统纯锂电驱动，在-20℃环温下，续航里程衰减≤20%。

本项目可有效优化电池性能，提升其寿命和安全性，从而帮助企业获得良好的经济效益，并提高其产品的竞争力。

18、使用液体工质的脉动冷管

所属院系：土木工程学院

成果简介：本成果在于提供一种新型的以液体制冷剂为工质的脉动冷管。

主要技术指标和创新点包括：由于液体工质的比热及相变潜热相较气体工质均较大，因此使用液体工质的脉动冷管较传统的脉管制冷机制冷性能提升一倍以上。在放热端和吸热端之间设置多孔介质材料能够实现蒸气与固体介质间的充分换热，大大提高制冷效率。脉动冷管，结构简单紧凑，应用范围广泛。低温部（即吸热端）无运动部件，运行可靠，可以长时工作。脉动冷管的材料可以使用传热效率较高的铜材、铝材或者不锈钢等，取材广泛，易于加工。充注的液体工质可以为常规制冷剂（如R410a 或 R22.，尤其是沸点受压力影响较大和相变潜热较大的制冷剂，无毒无害且取材方便。

应用情况：航天和军事领域中的低温红外装置所要求长寿命、高可靠性、无振动的制冷设备。脉管制冷机则是利用高低压气体对脉管空腔的充放气过程获得制冷效果，具有结构简单，高可靠性且无振动的优点，因此特别适用于空天探索领域。但是传统的脉管制冷机以气体作为工作介质，导致其制冷效率较低，限制了其推广应用，本项目采用液体工质作为制冷剂，其制冷效率将提高一倍以上，制冷效率的提升将拓展其在民用产品领域的应用，可以广泛应用于小冰箱和车载冰箱等设备上，因此具有广阔的应用前景。

效益分析：脉管制冷机作为一种微型制冷机，具有结构简单紧凑，尺寸小，无振动，可靠性高，可以长时间连续工作等优点。脉管的材料可以使用传热效率较高的铜材、铝材或者不锈钢等，取材广泛，易于加工。脉管内填充的多孔介质材料可以为多孔陶瓷，泡沫铜等，对孔隙率等精度要求不高，廉价且容易加工。工质可以为常规制冷剂，无毒无害且取材方便。只需要购置常规的机械加工设备即可进行加工生产。随着制冷效率的提升，在民用领域的使用得以拓展，尤其是电动汽车的广泛使用将会助推小型制冷装置的市场，据估计 2028 年车载冰箱的产值将达到 70 亿。因此，本项目可以实现小投入大产出。

19、废旧锂离子电池关键材料绿色高值再生回收利用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本成果为 3C、电动汽车退役后的高能量密度、高价值钴酸锂/三元材料废旧锂离子电池的安全处理、批量拆解、正负极材料绿色高值再生利用技术，可实现废旧电池的无害处理、资源循环、高值利用，具有显著的环境、社会、经济效益。针对失效退化的正负极材料，进行回收、结构修复和性能超越，获得迭代升级的电极材料。回收再生得到的正负极材料，具有优异的性能。钴酸锂正极和石墨负极材料经过再生，比容量分别超过 210 mAh/g、370 mAh/g。经测算，规模量产后每千克电池可获得 1.82 元的利润。

本项目的技术创新点在于关键材料的绿色高值再生利用，相比传统简单进行溶解回收原材料的方法，保留了高价值的正负极材料，实现了性能超越和经济价值提升，同时副产物少，绿色环保。

应用情况：随着电动汽车和大规模储能的快速发展，锂离子电池消费量每年呈指数级增长。由于电池寿命有限，近年来退役废旧电池的回收利用成为热点。预计至 2030 年，中国锂离子电池回收量将达到 602.8 万吨，回收产值可达千亿规模。电池回收已经成为新的产业赛道。

项目技术经过小试验证，已经成熟。成功进行了 40 个50160 型电芯（每个约 1.6kg）的批量拆解、分离、回收利用，成功批量再生制备出高性能的正负极材料。

基于负责人深厚的电池、材料和环保研究背景，项目可作为企业环保配套进行定制化合作开发，或向电池、材料、回收企业进行技术转让/许可。

效益分析：固定资产投资：年处理量 5000 吨的生产线，需要电池放电、拆解、破碎、分离，正负极材料再生混料、烧结、破碎、粉碎、批混、筛分、除磁、包装，产品检测等设备约 3000 万元，厂房、土建等投入 1000 万元，共 4000万元。

流动资金：1000 万元。

年利润：900 万元

年投资回报率：18%

投资回收期：5.5 年

20、一种过程控制系统的控制方法

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本项目针对火电机组、化工厂中的控制问题，提出了一种基于在线模型辨识、基于预补偿自抗扰控制设计、基于数据驱动的前馈设计以及参数自整定的综合解决方案，能够解决火电机组中协调控制系统、主再热汽温和脱硝系统的控制难题，能够解决化工中的成分、温度和压力控制难题。

该综合解决方案同样能够推广至具有类似动态特性的石油冶炼和钢铁行业。

应用情况：该研究成果先后在火电机组协调控制系统、主再热汽温和脱硝系统成功应用，且在化工精馏塔成分控制中进行应用，均取得比之前更优的效果，能够在不同类型火电机组、化工厂、石油冶炼厂和钢铁厂进行应用，具有广阔的应用前景和市场。

效益分析：该成果是解决火电机组、化工厂中控制难题，能够带来巨大的经济效益，以脱硝系统为例，实施后能够年节约喷氨费用 50 万元，带来催化剂和引风机经济效益 100余万元，回收期不超过 1 年。在火电机组、化工厂中的应用回收期均不超过 1 年。

21、新型接触式热泵烘干机

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：热泵作为清洁，环保，高效的能源转换装置，越来越多的应用到农作物烘干过程中。但目前市场上的热泵烘干机多通过加热空气，形成高温热风，对需要烘干的物料进行烘干，相当于经过二次换热，增加了传热温差，无形中降低了热泵的能效。本项目成果中，采用物料与换热器管道及翅片直接接触的方式进行换热，可以充分利用热泵系统产生的热量，减小能源的浪费，提高系统整体的能效。

应用情况：

- 1.食品加工行业：在食品加工行业中，接触式热泵烘干机可用于烘干蔬菜、水果、谷物等食品，实现高效节能。
- 2.纺织行业：在纺织行业中，接触式热泵烘干机可用于纺织品的干燥和定型处理，提供恒定的温度和湿度环境，保证纺织品的品质和尺寸稳定性。
- 3.接触式热泵烘干机还可应用于化工、制药、造纸等行业，满足不同物料的干燥需求。

效益分析：该新型接触式热泵烘干机,包括干燥仓,干燥仓内设有换热器,干燥仓端面设有进料口，干燥仓底面设有出料口,干燥仓侧壁上分别设有进风管道,排风管道,干燥仓转动设置在支撑架上,干燥仓通过第一驱动装置使干燥仓在支撑架上旋转,干燥仓外设有压缩机,过滤器,电子膨胀阀,蒸发器和压缩机;干燥仓沿轴线围绕换热器转动;进料口与干燥仓之间,出料口与干燥仓之间,进风管道均设有电动阀门;干燥仓内设有温湿度传感器,具有实用性强,结构简单的优点。

22、高电压自均压真空灭弧室关键技术及应用

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：针对罐式断路器紧凑型均压配置的需求，研发了一种兼具主屏蔽罩均压和动态电荷调控功能的自均压真空灭弧室新结构。通过构建弧后微观输运与宏观电气特性联合仿真模型，揭示了弧后粒子输运对动态电荷补偿的自均压作用机理，明确了结构参数对均压性能的影响规律。研发了 40.5~252kV 一体化集成自均压真空灭弧室样机，其均压偏差率小于 2%，绝缘性能和温升性能提升 10%以上，显著提高了串联真空断路器的可靠性与运行效率。技术创新点包括：提出了动态自均压新结构，开发了串联专用优化设计方法，实现了结构与参数一体化集成。该技术具备高均压性能、低偏差率以及优良的绝缘和散热性能。

应用情况：自均压真空灭弧室是超高压断路器的核心部件，主要应用于我国电力系统的超高压变电站中环保型罐式真空断路器的电力传输。高电压自均压真空灭弧室关键技术及应用取得丰硕的创新成果 ZI2021100153492、ZL2021102729976 等专利技术突破高电压自均压真空灭弧室绝缘配置、自均压集成等关键技术，已应用于平高集团有限公司高压环保 GIS 真空灭弧室产品的研发与生产，该新技术具有一体化均压、环保无污染等优点，达到了国际领先水平。

效益分析：该技术成果显著提升了高电压断路器的均压性能和可靠性，填补了相关领域的技术空白。技术成果已成功应用于平高集团高压环保 GIS 产品的研发与生产，已向国内外市场大力推广，并受到用户的一致好评。自 2021 年以来累计新增销售额 15.1876 亿元，新增利润 2.5178 亿元，带来了巨大的社会与经济效益。推动了电力装备制造业的技术创新与产业升级，实现了环保无污染的电力传输，符合“双碳”目标，为智能电网和可持续发展的能源体系建设提供了重要保障，同时提升了我国在高电压电力装备领域的国际竞争力。

23、风力发电机绕组绝缘材料开发及绝缘寿命评估

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：针对新型能源产业风力发电机定子绕组绝缘性能提升需求，项目基于 POSS 单元共价化学合成能够长效抵御电晕侵蚀的新型聚酰亚胺基体，设计了具有高比表面积的 2 维纳米填料提高聚酰亚胺柔性功能，搭建了风力发电机匝间绝缘重要劣化参数检测平台，对匝间绝缘运行寿命做出准确评估，实现聚酰亚胺机械性能提升达 40%以上，绝缘性能与耐电晕特性提升一个数量级，为风机行业绝缘匝间材料提供新的设计思路，保障风力发电机绝缘安全并为绕组类设备高可靠运行提供理论借鉴和技术支撑。

应用情况：固体绝缘可靠性运行是大型电力装备的核心问题，该成果开发一种高绝缘特性材料，基于大量老化数据和历史数据建立了固体件绝缘老化寿命评估模型并给出满足长期绝缘可靠性的电场设计基准，该技术 2018 年开始在平高集团实现 12kV 固体绝缘柜的批量生产，且在固体绝缘开关柜三工位固封极柱产品的老化试验、电场设计和国网河南省电力公司上的设备运维寿命评估中得到应用和验证。

效益分析：风力发电机作为新型电力系统绿色发电的核心产品，同时我省电力装备龙头企业在该方向拥有重要科研生产基地，其已向青海、新疆、云南、辽宁等多个省区累计投运风机上千余台，这些风机每年可发电 60 亿千瓦时，可供约 300 万户家庭的全年用电，相当于中和了 200 万辆小汽车全年碳排放。因此，对风力发电机的绝缘材料进行纳米掺杂及等离子改性可以有效避免风力发电机转动引发的机械故障，很大程度减少风力发电机的维修成本并增加发电机的使用寿命，预计可为风力发电机的项目研发节省 30 %左右的运维成本。

24、光伏发电与储能系统用高压直流接触器关键技术及应用

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：面对光储行业迅速发展带来的配套设备性能新挑战，本项目聚焦“光伏发电与储能系统用高压直流接触器关键技术及应用”，取得了丰硕成果。在结构设计上，创新提出 1500V 高压直流接触器整体结构，包括多断口触头结构、无极性磁吹机构及电磁机构设计方案，有效提升了接触器性能。通过深入研究分断电弧特性，构建二维磁流体电弧仿真模型并开展实验，探明多种因素影响，获取最佳燃弧特性参数，显著提高了开断能力。电磁机构吸反力特性研究方面，建立仿真模型并优化设计，经实验测试验证了其有效性。成功完成了 1500V 灭弧室与电磁机构整体设计及整机开断与电弧特性测试。相关研究为光伏发电与储能系统的发展提供了关键技术支撑与设备保障。

应用情况：本项目成果在光伏发电与储能系统中得到了有效应用。在前期对电动汽车用直流接触器研究积累的基础上，针对光伏与储能系统的需求，成功提出 1500V 高压直流接触器整体结构设计方案，完成样机研制。其多断口触头结构、无极性磁吹机构及电磁机构设计有效提升了接触器性能。通过对分断电弧特性的研究，明确了多种因素影响，获取最佳燃弧参数，确保了系统运行稳定性。在实际应用中，该高压直流接触器广泛安装于太阳能电池板支路、汇流主回路及储能电池支路等关键位置。在光伏发电系统中，能精准控制直流侧电源承载、传输与控制，适应 20A - 300A 规格需求；于储能系统中，满足 DC450V - 1500V/150A - 350A（最大 1000A）规格要求，有力保障了电力供应稳定性，为光储行业发展提供了关键设备支持，推动了新能源领域相关技术的进步与应用拓展。

效益分析：该技术成功研制的高压直流接触器可直接应用于光伏发电系统及储能系统，满足其在 DC 接线盒、储能电池支路等部位对承载、传输和控制直流电源的需求，保障电力供应稳定性，适应行业发展趋势。随着光储行业迅速发展，其广泛应用将带动相关产业链发展，提高市场竞争力，为企业带来可观收益。此外，在社会效益方面，助力可再生能源（如光伏）的有效利用，促进绿色能源基础设施建设，减少对传统能源的依赖，符合全球可持续发展战略。提升设备性能以应对行业新挑战，有助于推动整个光储行业发展，为解决能源间歇性问题提供关键支持，在保障电力供应、应对停电等方面发挥重要作用，对社会的稳定发展和环境改善意义重大。

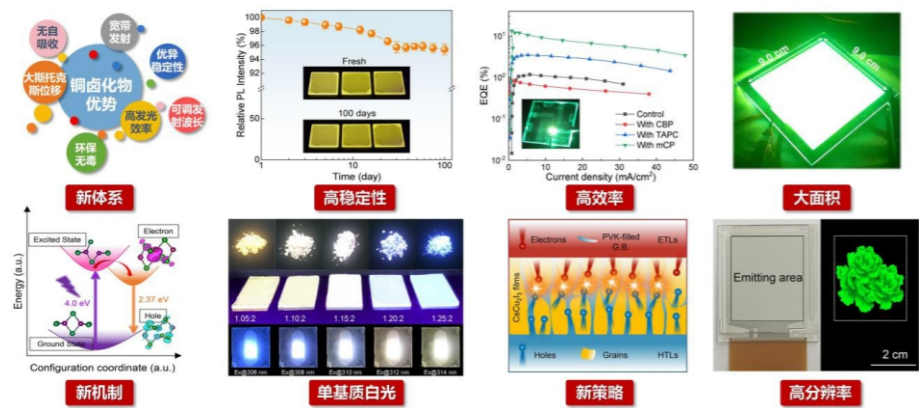
25、环保型金属卤化物显示照明光源

所属院系：物理学院

成果简介：新一代平板显示与固态照明技术是我国大力发展的战略性新兴产业，发光材料是推动显示和照明产业升级换代的重要基础。近年来，金属卤化物钙钛矿材料凭借着其荧光量子产率高、色域覆盖范围广以及制备工艺简单等优点，引起了国内外研究人员的广泛关注，成为半导体发光领域研究的前沿与热点之一。然而，目前钙钛矿发光材料及器件应用研究仍然处于发展期，其商用前景受限于稳定性和铅毒性等问题。针对上述问题，本成果项目围绕新型非铅金属卤化物发光材料及器件，开展了关键材料研发、发光机理分析及高性能器件构筑等相关研究，为研制高效稳定的发光器件提供具有实际应用意义的研究思路。

技术创新点：

- 1.基于半导体物理及化学理论，通过建立高效筛选技术，成功开发出系列环境友好的新型铜基、锰基卤化物发光材料；
- 2.发展了表面钝化与界面调控等协同策略，研制出高效（效率>15%）、大面积（>81 cm²）的多色和白光发光二极管；
- 3.通过集成薄膜晶体管驱动电路，开发出高分辨率有源矩阵驱动显示面板。



应用情况：该项目研制的全彩发光器件可以应用平板显示屏、交通讯号显示源、各种日用电器指示灯等显示领域。白光器件可以用于家用室内照明，室内舞台灯照明、室外路灯照明等照明场所。

效益分析：提高金属卤化物光源的能量利用率,进一步提高其节能效果,具有较高的经济价值。

26、分布式能源接入电网功率变换电路、装置及控制方法

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：

功能用途：用于光伏、储能等分布式能源接入电网以及电力传动系统回馈节能与四象限运行的功率变换电路、装置及控制方法，可以实现分布式能源的高质量接入电网以及电力传动系统的回馈节能与四象限运行，具有功率因数可调、入网电流畸变小，具备构网与跟网功能等优势。

技术指标：功率因数（[-1,1]可调）；并网电流畸变率（≥95%）；构网/跟网平滑切换；工作效率（≥96%）。技术创新点与优势：提出一系列适用于光伏、储能等分布式新能源接入电网以及电力传动系统回馈节能与四象限运行的功率变换装置电路拓扑、装置及控制方法，具有功率能够双向流动、可以四象限运行、入网电流畸变率小、工作效率高等优势。

应用情况：项目研究成果能有效应用于分布式光伏接入电网、储能系统充放电、电机系统四象限运行、电力传动系统回馈节能、电动汽车 V2G、绿色建筑 V2B 等场景。获得的知识产权成果目前已成功实现转化 1 项。

效益分析：项目研究成果能有效提升光伏、储能等分布式能源接入电网以及电力传动系统回馈节能与四象限运行等方面的灵活调控能力和低碳运行水平，具有良好的技术创新性和推广性。特别的是，随着当前国家双碳战的快速推进与工业设施低碳运行要求的全面实施，本研究成果投入市场后将会带来可观的收益，经济和社会效益显著。

27、石油管道防腐减阻技术

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：本项目针对小口径石油管道防腐减阻问题，设计了一套智能大型化平台在连续油管的内壁形成镀层，该平台利用连续油管本身作为电镀“反应”槽，不需要放入电镀液中或做绝缘处理，使得电镀过程更加简易高效。镀层显著提升了油管的减阻防腐性能，满足了石油管道使用中需求。该技术相比其他保护手段存在以下优势：①简化并降低了连续油管内壁形成保护层的复杂性。电镀设备与油管分离，便于拆卸与转移，确保了更高的生产可持续性。②生产成本上，低于其他内壁处理方式，镀液具有可持续使用优势并且镀层能实现更长期的保护作用。本项目为石油管道的可持续使用提供了可行方案，可以大幅度减少石油运输的损耗和石油管道的损坏。

应用情况：连续油管作业过程中，油气井的流体中常含有许多腐蚀性介质，导致连续油管内部在生产、净化、储存和运输过程的任何阶段发生腐蚀，这些会影响其生产率、效率和连续生产，本项目主要开发设计的智能化石油管道防腐减阻装备系统主要用于石油管道防腐减阻问题；本项目与宝鸡石油钢管有限责任公司连续油管分公司进行了合作。

效益分析：本项目投入阶段的成本主要包括两大部分：第一部分是电镀液，按照国药价格标准，经核算每升镀液成本为 80 元(人名币)，每米连续油管需要 1.38L 镀液；第二部分是阳极镍丝，按国内金属价格标准为每米为 8 元(人民币)，经核算，每 1000m 连续油管生产成本为 118400 元，其中 110400 元为电镀液，可反复多次利用，阳极镍丝是投入阶段的主要耗材。整体来说，制备成本低，防腐蚀效果优异，便于大规模生产。

28、高可靠高集成无稀土开关磁阻电机系统

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：无稀土开关磁阻电机具有结构简单、成本低、可靠性高和控制灵活等优势，在航空航天、新能源汽车和智能制造等领域具有广阔的应用前景。本项目提出双定子错位型开关磁阻电机新拓扑，相比于传统开关磁阻电机，转矩脉动降低 20%以上，转矩密度提升 12%以上；提出高集成三开关对称变换器，实现电机的多模式驱动，所需半导体数目降低 25%以上，同时容错能力得到有效增强；提出两级调压驱动变换器，实现母线电压的连续调节，电流跟踪和转速跟踪时间均降低 15%以上；提出抗扰增强模型预测控制策略，通过基于增强正切函数的非线性建模，大幅度降低磁链和转矩的数据存储空间，同时外部扰动下转速的波动幅度降低 30%以上。综上，所提出的无稀土开关磁阻电机系统具有高可靠、高集成和可控性强等优势，具有良好的推广价值。

应用情况：本项目所提出的开关磁阻电机在航空航天起动发电机、新能源汽车驱动电机和智能制造装备伺服电机等场景应用，同时项目团队和郑州润华智能设备有限公司、江苏云意电气股份有限公司和南通鑫磁设备有限公司等进行了成果转化的先期研讨，初步达成了合作意向。

效益分析：相比于异步电机和永磁同步电机，本项目所提出的开关磁阻电机无需永磁体，同时转子上无绕组，因此制造成本更低。在驱动变换器方面，所提出的三开关对称变换器相比于传统的不对称半桥变换器，器件数目降低 25%以上，因此驱动成本也明显降低。同时本项目研制的系统具有高可靠性和高集成的优势，可维护性更好，使用寿命更长，性价比更高。

29、低碳/零碳动力关键技术

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：探索氢、氨、甲醇、天然气等零碳/低碳燃料在动力设备上的应用，突破基础理论、关键技术、样机研发、工程应用、批量生产等方面的技术难题，研发出低碳/零碳动力关键技术开发平台 1 套。打造需求牵引、校企联动的产、学、研、用创新模式，形成具有较高技术水平的产、学、研、用科技创新团队，为“碳达峰、碳中和”的国家战略贡献郑大力量。

应用情况：与瑞典隆德大学、西班牙瓦伦西亚理工大学、波兰卢布林理工大学、清华大学、北京科技大学、哈尔滨工程大学、中南大学、天津大学、荷兰壳牌、日本丰田、苏州竞立、鄂尔多斯碳中和研究院、中船重工第 711 和 713 研究所、中船动力有限公司、联合电子、河柴重工、一拖研究院、宇通客车等国内外低碳/零碳能源动力公司/科研院所有紧密项目合作关系，和相关研发人员有频繁的学术交流往来，能够利用国内外合作资源解决关键科学问题，为“碳达峰、碳中和”的国家战略贡献郑大力量。意向转化专利一项（102万元）。

效益分析：探索氢、氨、甲醇、天然气等零碳/低碳燃料在动力设备上的应用，突破基础理论、关键技术、样机研发、工程应用、批量生产等方面的技术难题，研发出低碳/零碳动力关键技术开发平台 1 套。在相关领域积极开展产、学、研、用技术合作及产业化应用。

在经济效益方面，将提高低碳/零碳动力系统灵活性和可再生能源利用率，降低成本和能耗，提高运行的安全性和可靠性，减少人工干预和维护成本。

在社会效益方面，将突破中大规模电解制氢体系、新能源动力系统的稳定运行控制技术，形成河南省自主可控的控制策略方案，为河南省掌握低碳/零碳动力技术应用的关键技术、后期战略布局、相关工程应用打下扎实的基础。在环境效益方面，通过探索氢、氨、甲醇、天然气等零碳/低碳燃料在动力设备上的应用，减少污染物和碳排放，减少对化石燃料的需求，降低对自然资源的消耗，减缓生态系统的破坏。

30、一种管式多风道太阳能集热墙

所属院系：土木工程学院

成果简介：我国建筑能耗增长迅速，太阳能在建筑运行阶段的应用逐渐重要。传统集热墙在太阳能资源受限地区的集热效率较低。本研究提出管式多风道太阳能集热墙，旨在提高其集热性能和热能转换效率，为实现建筑产业的碳达峰和碳中和目标提供支持。

研究主要是根据多风道集热墙的结构特性，建立其理论传热模型，包括热平衡方程和管内流动方程。热平衡方程考虑集热墙表面的辐射、传导和对流等热传递方式，管内流动方程描述风道内空气的流动状态和热量传递过程。结合理论分析，多风道集热墙的传热性能受环境温度、风道内空气流速、流量及集热墙材料的热传导性能等因素的影响。

最终基于管式多风道集热墙系统的热性能试验平台进行实测，获取各参数的实际值；利用计算流体动力学（CFD）技术，对多风道集热墙的传热和流动过程进行数值模拟，探究集热结构对集热墙集热性能的影响。

技术指标：

- 1.多管集热墙结构可实现相较于传统间层换热模式的提前 0.5-1h 启动。
- 2.耦合换热模式下的管式多风道集热墙比间层换热模式的传统集热墙日平均集热效率和换热量可分别提升 27.8%和35.9%。

技术创新点与优势：

- 1.提出将集热管放置于空气间层中的新型多风道太阳能集热墙系统。有效地解决了传统集热墙因换热面积小和换热方式低效而无法充分发挥集热性能的技术难题。

- 2.搭建管式多风道集热墙系统热性能试验平台，结合太阳模拟器下的多工况实验，对运行状态下的集热墙试验平台进行监测，探究管式多风道集热墙系统的热性能。

- 3.通过大量的数值模拟，明确了不同集热室类型，集热管结构和通风口形式等结构参数对集热墙热工性能的影响规律。为多风道集热墙的实际工程应用提供了科学的设计依据。

应用情况：目前在太阳能资源丰富地区（I类地区）关于太阳能集热墙已有大量研究，且在相应地区已得到大量应用，而在太阳能较丰富地区（II类地区）的相关技术仍处于初级发展阶段。管式多风道集热墙在太阳能资源较丰富地区相较于传统集热墙有更好的应用场景，进而实现建筑节能与太阳能采暖技术的结合。

效益分析：

节能效益：多风道太阳能集热墙系统是一种有效降低建筑能耗的技术。它通过提高集热效率和增加供热量，减少了对传统能源的依赖，特别是在冬季采暖时。这种系统的日平均集热效率比传统集热墙提高了27.3%，换热量增加了35.9%。这表明，使用多风道集热墙可以显著节省供暖所需的传统能源，降低能源成本，并实现更高效的能源利用。

经济效益：从长期来看，虽然多风道太阳能集热墙系统的建设可能需要一定的初始投资，但随着时间推移，其节能效果带来的能源成本节省将逐渐显现。例如，减少的供暖能源费用支出，在系统使用寿命内可以为用户带来可观的经济回报。

环境效益：由于减少了传统能源的使用，相应地减少了二氧化碳、氮氧化物、硫化物等污染物的排放。对缓解全球温室效应、改善空气质量、保护生态环境具有积极意义。

31、文化遗址玻璃地面通风除雾系统

郑州大学拟支持科研成果推荐表

院系名称	建筑学院	联系人	王宝珍
联系电话	15093288039	联系邮箱	646888570@qq. com
项目名称	文化遗址玻璃地面通风除雾系统		
技术领域	<div><input type="checkbox"/> 电子信息技术 <input type="checkbox"/> 生物与新医药技术 <input type="checkbox"/> 航空航天技术 <input type="checkbox"/> 新材料技术</div> <div><input type="checkbox"/> 高技术服务业 <input checked="" type="checkbox"/> 新能源及节能技术 <input type="checkbox"/> 资源与环境技术</div> <div><input type="checkbox"/> 高新技术改造传统产业 <input type="checkbox"/> 其它（ ）</div>		
成果简介	<p>限 300 字（需明确功能用途、技术指标、技术创新点与优势）地面或地下的遗址在展示时，通常会在其上架设玻璃地面。人们可以边走，边观看玻璃地面下的遗址。但是，由于遗址与自然土层是连接在一体的，会有潮气，导致玻璃地面的底面经常会有雾气，甚至是水珠的产生，不仅不利于遗址的保护，还会导致观众无法看见遗址。清理起来又非常麻烦，甚至无法清理。机械通风，可以去除水雾、水珠，但是比较耗能、成本很高。本专利设计通过“烟囱拔风”原理，巧妙设计出自然通风系统，不仅能有效去除玻璃地面的底面水雾、水珠，而且非常节能环保。不仅操作简单、建造成本低，而且可以为展示空间的艺术化提供造形潜力。</p>		
项目来源	<p>依托的纵向/横向等项目信息</p> <p>郑州大学校园文化建设项目之“天工园”</p>		
知识产权情况	<p>形成的专利等知识产权信息</p> <p>专利号：202420878443. X</p>		

项目获奖情况	包括获奖项目名称、奖项类型、完成人、年份等信息
技术先进性	<input type="checkbox"/> 国际领先 <input checked="" type="checkbox"/> 国际先进 <input checked="" type="checkbox"/> 国内领先 <input type="checkbox"/> 国内先进 <input type="checkbox"/> 其它（ ）
技术成熟度	阶段： <input type="checkbox"/> 研发 <input checked="" type="checkbox"/> 小试 <input type="checkbox"/> 中试 <input type="checkbox"/> 小批量生产 <input type="checkbox"/> 产业化； 样机 ： <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无 其他： <input type="checkbox"/> 如选择“其他”，请说明：_____
应用情况	限 300 字（应用场景、应用合作情况、转化情况） 该专利正在结合郑州大学校园文化建设项目之“天工园”加以应用。“天工园”内有一段文物（唐代古井）需要嵌入地面下、以透明玻璃地面加以展示，为了防止玻璃地面下有雾珠或霉菌，又能节约日常用电，我们利用该专利成果，巧妙设计了自然通风装置系统。“天工园”项目预计将于 2025 年竣工。
效益分析	限 300 字内（投入/产出分析等） 平均每 30 平方的玻璃地面，需要一个自然通风装置。一个自然通风装置的投入约 5000 元，每年能节约用电约 2.5 万度电。
转化方式	<input type="checkbox"/> 转让 <input checked="" type="checkbox"/> 许可 <input type="checkbox"/> 作价入股 <input checked="" type="checkbox"/> 合作研发 <input type="checkbox"/> 股权投资 <input type="checkbox"/> 其它方式
成果图片	高清大图，图片大小 3M 以上，并且需单独另存文件夹，至少 2 张！

	
其它说明	

32、新型高效管箱耦合U型换热管式多管程换热器

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：本项目提出了一种新型高效管箱耦合 U 型换热管式多管程换热器，解决了传统管壳式换热器在多管程设计中的局限。通过在管板上设置换热管中继分配腔，成功实现了三个及以上管程的 U 形换热管安装，保留了 U 形管的自由伸缩特性，避免了温差应力并降低了壳程与管程连接处的应力。为减少中继分配腔内流体扰动和压力损失，设计了导流装置，确保流体稳定流入另一个 U 形换热管。同时，在壳程进出口处设置导流筒，优化了流体分布，提升了传热面积利用率，减少了传热死区并防止流体振动。

技术创新点包括：1. U 形管多管程结构的实现，2.流体扰动与压力损失的优化设计，3.进出口导流筒的创新应用。该换热器具有结构紧凑、流体流动稳定、温差应力小、传热效率高等优点，适用于高温高压环境下的工业热量传递。

应用情况：本项目提出的新型高效管箱耦合 U 型换热管式多管程换热器，已应用于空调制冷行业，尤其在空调模块机系统中，展现出显著的节能效果。通过优化 U 形管多管程结构及流体分配方式，换热器能够有效提高换热效率，节能效果可达到 15%-20%，有效提升了制冷系统的整体能效。

目前，该技术已与江苏世林博尔制冷设备有限公司建立了合作关系。通过共同研发和技术改造，成功将该其应用于空调模块机系统中，并在市场上得到了积极响应。该换热器在温差控制、流体分布均匀性和节能性能方面优于传统换热器，已在江苏世林博尔制冷设备有限公司实现了技术转化并逐步推广应用。该技术的广泛应用可以为客户带来显著的经济效益，同时为实现节能减排目标提供了强有力支持。

效益分析：本项目提出的新型高效管箱耦合 U 型换热管式多管程换热器，通过提高换热效率，节能效果可达15%-20%。预计每年为大规模制冷系统节省约 100 万元电力成本。产品市场价值方面，预计为空调制造企业提供约 500万元的产值，随着市场需求增长，产值有望进一步提升。在社会效益方面，技术推广应用有助于减少温室气体排放，支持节能减排目标的实现。

目前，项目已与江苏世林博尔制冷设备有限公司实现技术转化，并展开合作，推动技术商业化。总体而言，该项目具备较高的经济回报，能够为空调制冷行业带来显著效益，同时助力节能减排与环保目标的实现。

33、半透明钙钛矿太阳能电池应用于自供电智能窗户

所属院系：河南先进技术研究院

成果简介：光伏发电技术可以将清洁光能转换为电能。

该成果在宋延林教授（国家杰青、长江学者）引领下，基于绿色印刷技术制备成功研制可商用大面积半透明型钙钛矿模组，具备以下三个产业化优势：

智能制造与产业化推进 —— 实现钙钛矿组件在数字化控制下的全流程印刷与智能化制造，避免传统手工旋涂过程中溶液浪费，薄膜重复性差，厚度不均一等问题为其产业化应用提供了有力的技术支持。目前，该技术已顺利进入小试阶段。

建筑一体化与节能创新 —— 通过将半透明型钙钛矿太阳能电池集成于建筑窗户，开发自供电型智能窗户，从而显著降低建筑运行能耗。同时，致力于钙钛矿玻璃幕墙等新型工业产品的研发与推广，推动从基础研究到产业化应用的跨越式发展，促进产学研深度合作，并建设绿色印刷钙钛矿光伏玻璃幕墙示范性工程。

材料创新与性能突破 —— 成功研制二维模板辅助生长技术，结合液膜流变操控技术，有效解决了全无机半透明钙钛矿薄膜在印刷过程中面临的结晶紊乱与载流子传输受限等关键科学难题。在平均透过率达到 40%的基础上，器件光电转换效率达到了国际领先水平。

应用情况：在我国能源消耗中，与建筑相关的能源消耗占比近 40%，因此，将光伏电池和建筑玻璃有机结合，使建筑成为产能单位，形成建筑集成光伏(BIPV)是有效解决能源消耗问题的有效方法，也是未来能源产业发展的重要方向。

光伏建筑玻璃幕墙，作为城市地区最有潜力的太阳能收集技术之一，不仅可以用来发电，而且还有替代墙体、日间照明以及减少房间 冷热负荷等等。该项目将基于钙钛矿光伏组件，进一步与建筑玻璃进行集成，开发光伏玻璃幕墙产品，使建筑成为产能单位，推动产学研一体化创新。

该项目目前已经和河南泛锐熠辉有限责任公司达成初步合作意向，着力推动项目成果落地，孵化新型钙钛矿新能源光伏企业，填补河南省新型光伏产业空白，助力地方传统光伏产业升级。

效益分析：

1.经济效益

通过大规模发展太阳能利用产业，有力推动地方经济发展转型。太阳能发电产业对我国经济产值的贡献将达到6000 亿元，平均每年拉动经济需求 1200 亿元以上，同步带动电子工业、新材料、高端制造、互联网等产业。根据河南省“十四五”现代能源体系碳达峰碳中和规划，进一步明确提出，煤炭消费占比降至 60%以下，非化石能源消费占比提高到 16%以上。以标准单位 40m² 的太阳电池组件（能量转化效率 15%）为例进行分析，每平米电池板大概 150W，利用数学建模分析得出最佳倾角 35 度的情况下每天接收辐射量在 4 KWh/m²。大面积钙钛矿太阳能电池效率在 15%左右，那么每天电池板就能发电4*18%=0.72 KWh，就是 0.72度电，可以估算出每年系统发电量约在 10512 KWh。相当于节约 4246.8 千克标准煤。因此发展太阳能电池产业对于河南省降低煤炭消费占比，提升非化石能源消费占比具有重要的经济意义。

2.社会效益

绿色印刷功能材料与器件是指采用环保材料和工艺，通过特定印刷技术将新型功能材料均匀涂布在不同基材表面，并完成图案化甚至纳米精度阵列制备，进而实现印刷制造光电子薄膜材料和器件。印刷过程中产生污染少、节约资源和能源，印刷品废弃后易于回收再利用。传统的硅基太阳能电池在其生产周期内，由于用于制作太阳能电池的不是普通硅，而是纯度为 99.999 9%的硅，为达到该纯度，工艺的复杂性增加，使得能耗增高，从而给环境带来更多污染。新型的钙钛矿光伏电池制备工艺简单，生产成本低，转换效率高，通过与绿色印刷技术的有机结合，将实现大面积低能耗的光伏组件制备，该技术的应用将对光伏行业带来明显的推广价值和示范作用，对于促进节能减排和低碳生产具有重要影响。由此带来良好的社会效益将填补河南省在该研究领域的空白，助推地方光伏产业的升级和制造行业的高质量发展。

34、一种可定制化3D打印固态电池器件集成设计与可穿戴式应用

所属院系：物理学院

成果简介：项目团队在基于 3D 打印技术设计与构筑序构电极、储能器件精组装以及功能性（如柔性、可压缩性等）储能应用等方面进行了一系列探索性研究，也取得了一定的研究进展。主要工作包括：i) 3D 打印锂离子电池方面：利用 3D 打印技术研制了一种基于 3D 打印钴酸锂正极和 3D 打印石墨负极的柔性软包锂离子电池，该 3D 打印电池不仅具有高倍率性和高能量密度，还能展现出优异的可弯曲性；该研究成果以所参与项目（项目名称：3D printed 2016-2018；经费：300000 SGD）结项形式来体现。ii) 3D打印固态水系电池方面：以 PVA/KOH 凝胶作为固态电解质，并用 3D 打印的 rGO 基微网格电极分别作为正极和负极，组装了一类具有集成构型的微型 3D 打印准固态镍-铁电池器件；该类研究成果以第一作者身份发表于 Advanced Functional Materials、ACS Nano 等高水平 SCI 期刊上。iii) 3D 打印钠金属电池方面：利用 3D 打印技术分别构建了序构结构的rGO/CNT 基微网格气凝胶微网格气凝胶导电框架，并将其用作金属钠宿主，该 3D 打印电极独特的结构设计可以有效降低局部电流密度，提供丰富的活性成核位点，使钠离子均匀沉积，克服了树枝晶形成的问题；该类研究成果分别发表于 Advanced Functional Materials、ACS Nano、J. Mater. Chem. A等期刊上。基于上述系列研究结果，为本项目在设计与构筑3D 打印功能性电极以及可穿戴式集成微型固态水系电池的组装和性能优化方面的研究奠定了前期可行性基础。iv) 基于 3D 打印或固态电池相关国家专利方面：已获得中国授权专利 3 项，正在申请专利 2 项。

应用情况：小型可穿戴电子设备的快速发展极大地增加了对以亚微米长度制造的功能性微型电源系统进行片上集成的需求。高性能 3D 打印微型固态电池作为先进的可穿戴式储能系统受到了广泛关注，将智能功能（例如自修复、电致变色、形状记忆、光电检测、热敏性和可拉伸性）引入智能小型

电子产品，可以使得这些电子产品在个人医疗保健、现代光电，人工智能领域发展。实际应用中，由于芯片上可用的占地面积有限，3D 打印微型固态电池的面电化学特性（按表面积归一化的性能）比体积特性更为重要。此外，可穿戴 3D 打印微型固态电池需要能承受一定的机械力应变，以适应人体运动。因此，实现可穿戴式电子器件的关键是制备出一种具有高面积电容和能量密度的储能设备，而又不影响其功能性。

效益分析：

1.经济效益分析

本专项提出的研究课题，涉及到构建郑州集成电路设计产业体系从政策、环境和创新体系、以及重要的关键技术等，所开发的新产品，代表了通讯与光通讯、计算机与信息安全和消费电子领域的发展方向。经过 3-5 年的攻关形成的研究成果，将可以成为提升河南地区乃至全国电子产业发展速度的重要基础产品，并逐步形成郑州集成电路设计的新的产业构成和布局。实现规模化生产之后，将可以部分甚至全部替代进口产品，节约外汇，拓展应用。而且，本项目具有完整的自主知识产权，有很高的成果转化显示度。项目完成后，实现项目各产品总体年销售收入 1000 万元，年利税 200 万元，经济效益十分明显。

2.社会效益分析

参与项目研究的各企业将利用本研究成果确保其未来的核心竞争能力，通过本项目研究成果产业化，将奠定企业在集成电路领域新产品开发以及海内外市场开拓的坚实基础。通过研究开发本专项各课题新产品，将有利于增强合作各方进行集成电路新产品研究开发技术能力，为今后进一步合作建立良好基础。通过本项目研究，为企业培养一批重要的技术骨干，他们将成为支撑项目课题承担单位可持续发展的中坚力量，也将成为河南集成电路可持续发展的源泉。

35、基于智能BIM-机器学习及新能源的建筑节能优化技术

所属院系：管理学院

成果简介：本成果将 BIM 技术与机器学习相结合，融合光伏一体化和地热资源，打造了一套智能化建筑节能优化技术。通过智能搜索、优化和预测算法，自动生成节能策略，实现建筑全生命周期的能源管理和维护优化，显著提高能源利用效率。技术不仅支持双碳目标的实现，还能智能调节室内环境，提升用户舒适度，同时推动新能源应用，助力节能降碳。该系统通过精准的能源管理和智能调节，平衡节能与舒适，促进建筑的可持续发展和智能化转型。

技术指标：主要建筑体形，外墙窗墙比，屋顶围护结构，可再生能源，节能效率，舒适度等，保障建筑物节能效率和使用者舒适度。

技术创新点：BIM 模型与智能算法优化相融合，由于参数中考虑了新能源，预测能耗趋势，自动调整节能策略，高效发挥新能源效率。

优势：精准建模与预测，自动化优化策略生成；有效利用可再生能源，降低建筑整体能耗，提高建筑的能源独立性；通过智能算法对建筑的能耗趋势进行预测，并根据预测结果自动调整节能策略，确保了建筑能够在动态变化的环境中持续优化；不仅适用于不同建筑类型，还能根据不同的地理位置、气候条件、建筑功能等特点进行个性化调整，具备较强的适应性、技术领先性。

应用情况：本技术可应用房屋建筑项目节能设计或改造项目，目前已与郑州大学综合设计研究院达成合作意向，本技术可应用于建筑节能设计与施工及改造阶段：许多建筑项目在设计和施工过程中面临着节能优化难题，传统设计往往难以实现全面、精准的能效提升。通过将 BIM 技术与机器学习相结合，设计师可以基于建筑的 BIM 模型，自动生成节能优化方案，考虑光伏一体化与地热资源等可再生能源的应用，最大化建筑能效。系统能够根据不同设计参数（如外墙、屋顶围护结构等）实时优化建筑的能效配置，减少人工干预，提高设计阶段的效率与精度。此外，在施工阶段，BIM 模型能实时监控和管理各节能系统的安装与运行，确保建筑按最优节能方案顺利实施。

本技术可应用于建筑运营与智能能源管理：对于已有建筑，尤其是大型商业楼宇、医院等公共建筑，以及桥梁等能效管理常面临能源消耗过高、环境舒适度难以平衡等问题。通过结合 BIM 技术与机器学习算法，建筑能够实时监测和分析能源使用情况，自动调整节能策略。光伏系统和地热系统可以根据实时气候变化和使用需求进行智能调节，确保建筑能效持续优化。同时，系统能够根据运营数据预测未来的能耗趋势，提前进行调整，减少浪费。此技术不仅能显著降低建筑的能耗，还能提高使用者的舒适度，推动绿色建筑发展，并帮助建筑项目获得绿色认证，提升市场竞争力。

效益分析：BIM 模型与机器学习的结合，实现了建筑节能的精准优化，显著降低能源消耗。通过整合光伏与地热资源，建筑减少了对传统能源的依赖，优化暖通空调（HVAC）、照明和光伏系统的运行模式，预计能节省 20%-40% 的能源。

该技术还能够降低建筑的运营成本，提高资本回报率（ROI），加速老旧建筑的节能改造并提升市场价值。此外，技术促进了可再生能源的广泛应用，有助于减少碳排放，推动建筑行业的绿色转型，助力碳中和目标的实现。在社会效益方面，技术提升了建筑使用者的舒适度，推动了智慧城市建设，并创造了更多就业机会，促进了绿色建筑的普及和社会责任的提升，推动了可持续社会经济发展。

36、低成本高活性柔性全布混合离子电容器

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：以低成本可再生的棉布为唯一原料，通过针对性策略分别设计构筑了超高活性的柔性多孔碳布正极和硬碳碳布负极材料，解决了传统碳布基柔性储能器件中碳布价格高、自重大、无电化学活性的关键问题，大幅提升了器件的能量/功率密度。在此基础上，开发了高能量/功率密度的柔性全编织结构混合离子电容器，其在 119 W/kg（1.08mW/cm²的功率密度下可提供 123 Wh/kg（1.11 mWh/cm²的高能量密度。当功率密度增加到 12152 W/kg（110 mW/cm² 时，能量密度仍高达 88 Wh/kg（0.79 mWh/cm²。其同时具有超长的循环寿命（在 1 A/g 下循环 1000 次，容量保持率为92%），并且在弯曲和裁剪状态下也能提供稳定的能量输出，具有高可靠性和安全性，可广泛应用于下一代的柔性可穿戴电子设备，如手表、柔性传感器、智能服装等。

应用情况：柔性全布混合离子电容器主要设计作为柔性可穿戴设备的柔性电源。如作为智能手表或手环的柔性电源兼腕带，实现长续航和快速充电的同时，还可大幅降低手表重量，实现无感佩戴。亦可集成在智能服装中，可为服装上的传感器、显示器、通信模块等提供能量，同时还能随服装折叠、拉伸而不变形，保证服装的舒适性和功能性。或应用于便携式心电图仪、血糖仪等设备，其柔性可使设备更好地贴合人体部位，方便使用，高能量密度和功率密度可保证设备快速准确地完成检测和分析工作。还可与柔性太阳能电池匹配，形成太阳能转换存储应用为一体的柔性电源，为上述柔性可穿戴设备供电。目前柔性全布混合离子电容器已有初代原型产品，但还未开展应用合作和转化。

效益分析：2024 年全球柔性储能器件的市场规模为 2.96亿美元，相比 2022 年的 1.42 亿美元，复合年增长率为 24.7%。

预计到 2025 年，全球柔性储能器件市场规模将接近 3 亿美元。本产品在该领域具有非常强的核心竞争力。投入：研发方面，还需大量资金用于材料工艺改进及开发定制化产品；原料方面，主要使用低成本生物质棉布；生产设备方面，为常规设备，但需要一定规模的资金投入。

产出：经济效益显著，在高端柔性可穿戴电子产品、医疗产品、智能服装等领域应用可获较高利润。社会效益良好，同时有助于推动相关产业发展。

37、超声速二氧化碳液化、分离、封存技术

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：该技术利用超音速流动诱发非平衡凝结，促使二氧化碳液化，从而实现高效分离或脱除二氧化碳。它广泛应用于工业排放控制、气候变化应对、能源生产（如天然气提纯）及环境保护，为减排和应对气候变化提供创新解决方案。

在技术指标方面，系统能够在高温高压条件下实现超过50%的二氧化碳分离，液化温度范围为-70℃至-100℃。系统最高能在高达8MPa的压力及低温环境下稳定运行，且能源消耗低。

创新点包括超音速流动优化、多相流控制和模块化设计。通过超音速喷射与压缩技术，该系统能在短时间内实现二氧化碳高效分离与液化，突破传统分离瓶颈。与化学吸附和膜分离技术相比，该技术具有更高的分离效率、更低的能源消耗，并能大幅降低运维成本，适合大规模工业应用。

应用情况：该技术广泛应用于多个领域，包括工业排放控制、天然气净化、碳捕集与封存（CCS）以及气候调节与减排项目。在钢铁、化肥、水泥、能源等高碳排放行业，能够有效减少二氧化碳排放，帮助企业符合环保政策要求；在天然气提纯过程中，去除二氧化碳，提升气体质量和能源利用率；在碳捕集与封存项目中，技术可用于捕集并液化二氧化碳，支持地下储存；此外，还广泛应用于气候调节与碳减排工程，助力全球气候目标的实现。

技术已从实验室阶段成功转化至中试阶段，现有小规模设备在多个工业园区进行现场测试。初步成果显示，分离效率和液化能力符合预期，且具备良好的稳定性与环境适应性。未来3~5年，技术预计将在政府及企业的支持下完成大规模商用化进程。

效益分析：该技术的研发与试验阶段总投入约为30万元人民币，涵盖基础研究、实验设备建设、原型机制造、数据采集与测试等内容。此外，初步工业化设备建设的预算约为300万元人民币，用于生产设施、设备调试及人员培训。市场推广和合作建设预计投入约50万元人民币，主要用于推广活动和合作开发，以推动技术的市场化进程。该技术具有显著的环保和经济效益。预计每年可帮助大规模工业企业减少约100万吨的二氧化碳排放，同时为企业节省50%以上的碳排放合规成本，带来可观的经济回报。随着全球碳排放限制政策日益严格，预计该技术的市场需求将持续增长，未来五年市场占有率有望达到10%以上。项目的投资回收期预计为3至5年，商业化后将为企业带来长期稳定的收入流，具有较高的市场潜力和回报前景。

38、热压成型复合材料双极板及其产业化

所属院系：力学与安全工程学院

成果简介：复合材料双极板兼具石墨材料的耐腐蚀性和金属材料的高强度特性，能够在保持良好机械性能的同时，也具备较高的导电和导热性能。本项目利用热压方法成型复合材料双极板取得最优的导电性和弯曲强度，电导率达到109.41 S/cm，弯曲强度为91.49 MPa，面积比电阻 $35.84\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ ，测试其腐蚀电流密度为 $0.224 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。改进后的三明治结构复合材料双极板在更低的导电填料添加量下取得了更优异的电导率达到179.16S/cm，并且弯曲强度为497.12 MPa，面积比电阻 $5.5 \text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$ ，腐蚀电流密度仅为 $0.257 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$ 。

应用情况：从目前市场结构来看，双极板市场主要为石墨双极板和金属双极板。石墨双极板占据58.7%的市场份额，而金属双极板占据41.3%的市场份额。在具体应用领域，如燃料电池汽车用双极板市场，2019年至2022年间，石墨双极板的市场占比从78%降至49%，而金属双极板的市场占比从22%上升到51%。目前国内外复合材料双极板市场方兴未艾，项目团队后续将从工艺和材料等各个方面，进一步降低复合材料双极板的成本，提高市场竞争力，热压复合材料双极板必将会替代石墨和金属双极板，成为氢燃料电池双极板终极技术路线。

效益分析：热压双极板产业设备和产线投入300万，年产10万片复合材料双极板的产线，年产值500万，预期三年内可以实现盈利。

39、“地热+”多维绿能协同低碳供能系统关键技术与应用

所属院系：生态与环境学院

成果简介：“地热+”多维绿能协同低碳供能系统以“地热、多维、绿色、协同”为原则，搭建以浅-中深层地热高效利用为主体，协同智能光伏+高效风电+数智储能等多维绿能的低碳供能关键技术集成。系统建设低碳数智服务中心，集服务、办公、智能控制于一体，可以独立于电网，依靠地热能、太阳能、风能和储能运行，全年的能耗全部由系统内产生的绿色能源提供。实现“绿色能源、多维协同、高效利用、低碳供能”的目标，成为绿色发展和“双碳”目标下清洁能源综合利用的样板。

应用情况：“地热+”多维绿能协同低碳供能系统关键技术与应用项目成果在郑州市中牟新区获得了应用，该成果可应用于学校、医院、图书馆、工业园区等公用场所；“地热+”多维绿能协同低碳供能系统核心技术—中深层地热清洁取暖关键技术与应用科技成果在我省郑州市惠济区、中牟区、新郑市、鹿邑、西华、太康、郸城、淮阳、周口东新区、沈丘、项城、漯河市西城区、内黄、原阳等地获得了应用，近五年来实现为企业新增销售额 230108.89 万元，新增利润35547.55 万元，应用前景广阔。

效益分析：“地热+”多维绿能协同低碳供能系统可以实现经济、生态和社会效益多赢，成为绿色能源协同利用的典范。

经济效益：“地热+”系统的运营成本显著低于传统天然气供暖系统。在供暖季，天然气供暖的单平方运营费用约为53.42 元，而“地热+”系统的单平方运营费用仅为 11.66 元，运营费用仅为天然气的约 22%。以每 10 万平方米供能面积为例，“地热+”系统在供暖季的总运营费用为 117 万元，远低于天然气供暖的 534 万元。在制冷季的总运营费用为 78万元，比传统空调系统节省 40%-60%的制冷电费。

生态效益：从环保角度来看，“地热+”系统大幅减少了碳排放。以每 10 万平方米供能面积为例，与天然气供暖相比，“地热+”系统每年可减少 971 吨标准煤的消耗，并减少约 2539 吨二氧化碳排放。

社会效益：采用“地热+”多维绿能协同低碳供能，可带动相关产业发展，提供大量就业机会，其中设备制造、工程施工、运维管理等环节提供更多就业机会。

40、钼、钨基光、电催化水分解产氢催化剂体系

所属院系：河南先进技术研究院

成果简介：成功通过超临界流体体系精准调控材料形貌和表面电子结构，通过固-固还原反应规模化制备表面富缺陷二维材料。在此基础上，率先实现了包含钼、钨等新型二维非晶、1T 金属相、富缺陷和异质结材料的绿色可控制备，并揭示了材料结构的形成机理。同时，将构筑的钼、钨基过渡金属二硫化物等高活性催化材料体系，应用于光催化、光电催化和电催化水分解制备氢气的研究，并在理论和催化性能方面取得了大量创新成果。成果为支撑绿色制氢技术的大规模发展和“双碳”目标的实现提供了高效价比光、电制氢催化剂体系。

应用情况：氢能经济的发展，对实现“碳中和，碳达峰”具有重要意义。传统制氢工业以化石能源为原料，面临着严重的碳排放、能耗和纯度等问题。光、电催化水分解制氢，可结合可再生能源，是绿色氢能供应技术，但其制氢成本依然较高。催化剂是决定光、电催化水分解制氢反应的最关键因素。当前，铂族催化剂在光、电催化反应中占据统治地位，但其原料稀缺且成本高昂，严重阻碍了氢能发展。因而，高效价比催化剂的开发是当务之急。以钼、钨基过渡金属二硫化物、氧化物为基础材料的高效氢能催化剂的开发，可有效解决此问题。

成果目前正处于协同合作、优势互补，开展涵盖关键材料制备、基础理论和工程技术开发等的全方位研发阶段。

效益分析：中国可再生能源资源丰富，利用其制氢潜力巨大；研究成果将有利于推动构建清洁化、低碳化的氢能供应体系，进而改善氢能产业生态圈；同时，我省作为钼、钨资源优势大省，以钼、钨基过渡金属二硫化物、氧化物为基础材料的高效催化剂的开发，将推动以此系列产品为中心特色产业链的形成，并有利于确立我省在氢能发展的领先地位。

41、超级电容器用 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2@\text{C}$ 材料及其制备方法

所属院系：化学学院

成果简介：一种超级电容器用 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2@\text{C}$ 材料,分子式中 $0.1 \leq x \leq 1, 0.1 \leq y \leq 1$,所述的复合材料中的 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2$ 的粒径处于 10 纳米至 100 微米之间。该材料的制备方法是:采用不同比例的镍盐、钴盐和锰盐的混合溶液与一定量的沉淀剂在封闭容器中反应数小时后,可得到组成为 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2$ 的氢氧化物；然后通过 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2$ 与 C 进行复合,可得到 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2 @\text{C}$ 。

应用情况：一种超级电容器用 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2@\text{C}$ 材料,其特征在 于：分子式中 $0.1 < x < 1, 0.1 < y < 1$,所述的复合材料中的 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2$ 的粒径处于 10 纳米至 100 微米之间。

效益分析：本发明的方法操作简单,效率高,绿色安全,所制得的 $\text{Ni}_{1-x-y}\text{Co}_x\text{Mn}_y(\text{OH})_2$ 复合材料具有高比电容及优异的倍率性能。

42、烟道气 CO_2 的资源化新路径：基于 $\text{Li}-\text{CO}_2$ 电池的 绿色回收与能量转化研究

所属院系：化学学院（平原实验室）

成果简介：本研究创新性地提出了一种基于 $\text{Li}-\text{CO}_2$ 电池的烟道气 CO_2 高 效回收与利用技术，成功实现了 CO_2 的绿色减排与能源的可持续转化。烟道 气中 CO_2 作为温室气体排放的主要来源，其高效捕获与资源化利用一直是环 境保护与能源开发领域的重要挑战。研究通过将捕获的 CO_2 直接引入 $\text{Li}-\text{CO}_2$ 电池，使其参与电化学反应，生成高附加值的碳基化合物，同时释放电能。 该过程利用 CO_2 作为反应活性物质，实现了从废弃气体到清洁能源的转变。 成果表明， $\text{Li}-\text{CO}_2$ 电池不仅能够高效转化 CO_2 ，还能显著降低传统 CO_2 捕获与 存储（CCS）技术的能耗与成本，同时减少了碳排放。研究中通过对 $\text{Li}-\text{CO}_2$ 电池的电极材料和反应路径优化，提升了电池的循环寿命与能量转化效率。 相比传统的物理吸附或化学吸收技术，该方法具有绿色环保、反应条件温和、 产物易于回收等优点。本研究提供了一种创新性的 CO_2 资源化利用路径，兼具 环境友好性与能源经济性，不仅为烟道气减排问题提供了切实可行的解决方 案，还为低碳能源体系的构建开辟了新方向，具有重要的科学价值与广阔的应用前景。

应用情况：该研究成果在烟道气 CO_2 的绿色回收与能源转化方面展现了 显著的应用潜力。通过纽扣式 $\text{Li}-\text{CO}_2$ 电池测试，结果表明其放电容量高达 $31,000 \text{ mAh g}^{-1}$ ，循环寿命达251 圈，充放电过电位低至 1.05 V，体现出优 异的电化学性能和循环稳定性。该电池技术能够高效地将烟道气中的 CO_2 转化 为高附加值的化合物，同时释放清洁电能，为工业排放的温室气体减排提供 了绿色解决方案。这种技术特别适用于高 CO_2 排放源场景，如大型工业园区、 燃煤发电厂和钢铁厂等，可在捕获烟道气 CO_2 的同时实现能源回收，显著降 低碳排放。此外，得益于其低过电位和高循环寿命，该技术也可以集成到可

再生能源系统中，作为能源存储与利用的重要组成部分，进一步提升能源利用效率。总体而言，Li-CO₂电池技术不仅为烟道气 CO₂减排提供了高效、经济的解决方案，同时在能源体系的可持续发展中展现了重要的实际应用价值，为实现“双碳”目标提供了技术支撑。

效益分析：

1.环境效益：通过 Li-CO₂电池技术对烟道气中 CO₂进行回收与利用，可以显著减少温室气体的直接排放，降低对大气环境的污染。假设每台 Li-CO₂电池能够捕获并利用 1 吨CO₂，应用于工业排放大户（如燃煤电厂、钢铁厂），将有效助力碳减排目标的实现，缓解气候变化问题。同时，该技术为工业废气的资源化利用提供了一种绿色、可持续的解决方案。

2.能源效益：该研究通过电化学反应将CO₂转化为高附加值产物，同时释放电能，放电容量高达 31,000 mAh g⁻¹，且充放电过电位仅为 1.05 V，具有较高的能量转换效率。回收的电能可用于工厂内部能源循环利用，降低对外部能源的依赖，进一步提升能源利用效率。

3.经济效益：在经济层面，该技术不仅降低了传统CO₂捕获与存储（CCS）技术的能耗和运营成本，还通过 Li-CO₂电池生成电能，直接为企业节约能源开支。此外，副产物（如碳基化合物）可作为工业原料，进一步创造经济价值。例如，规模化推广后，每减少 1 吨 CO₂的捕获和处理成本将显著下降，增加企业的经济效益。

4.社会效益：从社会层面来看，该研究的实施为推动低碳技术研发和产业化奠定了基础，符合国家“双碳”战略目标。技术的推广将有助于提升企业社会责任形象，增强公众对环保技术的认同感。此外，技术产业化后可带动相关领域（如电池制造、催化材料生产）的就业机会，促进区域经济发展。综上所述，该研究成果在环境保护、能源利用、经济收益和社会发展等方面具有显著效益。随着技术的进一步优化和推广，Li-CO₂ 电池技术有望成为实现碳中和目标的重要支撑力量，为低碳经济发展提供有力保障。

43、振杆密实法处理大面积深厚松软土地基技术

所属院系：土木工程学院

成果简介：黄河流域广泛分布粉土、黄土、杂填土等松软土地基，在动力作用下易发生失稳破坏，危及基础设施的正常使用与安全，必须加固处理。振杆密实法作为深厚松软土地基处理新方法，处理深度可达 30 m；工艺简单施工便捷，单点耗时小于 15 min；无需填料，造价比碎石桩降低 50 %，比强夯和灰土挤密桩降低 30 %，工期缩短 50 %，碳排放减少 85 %；环境污染和噪声小，振动影响小于 2 m，适合城区施工，具有加固深度大、效果好、工期快、造价低、低碳节能环保等优点。成果揭示振杆密实松软土地基的加固机理，建立基于能量耗散原理的共振密实加固理论与设计方法，研发振杆密实法施工装备、工艺和质量控制方法，总结建立设计、施工和质量控制体系，形成了成套创新技术。

应用情况：该技术属于防灾减灾和节能减排产业领域，十余年来已在宿新高速公路、宿迁金鹰天地住宅、宿迁市第一人民医院门诊大楼、常熟科技城、江苏临海高速公路、淮盐高速公路、无锡至南通过江通道、中兰高铁、郑州渠南新城等国内建筑、道路市政、高铁等 20 余个松软土地基处理工程中得到成功应用，解决了我国工程建设中大面积深厚松软土地基处理的难题，提高了我国松软土地基处理的技术水平。

效益分析：该技术属于防灾减灾和节能减排产业领域，无需填料，造价比碎石桩法降低 50 %，比强夯法和灰土挤密桩法降低 30 %，工期缩短 50 %，碳排放减少 85 %，减少了环境污染和噪声，已经产生直接经济效益两亿元，具有加固深度大、面积广、效果好、工期快、造价低、低碳节能环保等优点，可在交通、建筑、水利等工程领域推广应用，前景广阔，社会效益巨大。