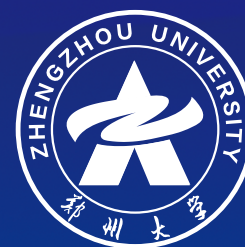


A 类



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（共27项）

1、耐高温聚酰胺工业生产技术及关键装备 .....	3
2、聚酰胺基复合材料的功能设计与制备技术 .....	4
3、热塑性聚酰胺弹性体开发及产业化 .....	5
4、一种挠性印制电路板用压延铜箔及其制备方法 .....	6
5、钼粉高质化高效化制备关键技术与装备研发 .....	7
6、高强长效海洋防污涂层及其舰船装备应用 .....	8
7、新型高性能铝合金板材的研发与应用 .....	9
8、一种强耐久性涂层防护水泥基复合材料及制备方法和应用 .....	10
9、一种苯制环己烯成套技术 .....	11
10、环氧氯丙烷绿色生产关键催化技术及产业化 .....	12
11、碳基储能材料与超级电容/电池技术 .....	13
12、一种MXene基高导热防火电磁屏蔽复合薄膜及其制备方法 .....	14
13、一种红外低发射率MXene薄膜及其制备方法 .....	15
14、5-羟甲基糠醛氧化制2,5-呋喃二甲酸关键技术开发 .....	16
15、碳纤维低损伤/无损伤宽展、编织与均匀预浸关键技术 .....	18
16、新型混凝土裂缝自修复微胶囊 .....	19
17、新型热力管道快速防水堵漏材料 .....	20
18、全再生混凝土制备及性能提升成套技术与产业化应用 .....	21
19、一种高性能、高通量微孔射流套管式微通道反应装备 .....	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、微型桌面式挤出机 .....	25
22、微型桌面式注塑机 .....	27
23、低膨胀高安全长循环400Wh/kg锂金属软包电池与产业应用 .....	29
24、轻质高能的500Wh/kg锂金属软包电池与无人及示范应用 .....	31
25、一种聚合物透明件表面紫外防护膜及其制备方法和应用 .....	33
26、一种3,4-二氟苯腈连续化反应与节能分离工艺技术包 .....	34
27、全降解镁合金脑血管支架产品 .....	35

二、电子信息技术（共29项）

1、医用红外热成像系统	38
2、新一代人工智能医学影像存储与传输系统软件	39
3、类球形水果采摘及分拣机器人	40
4、基于人工智能的医用红外热成像辅助诊断系统	41
5、全年龄多模态智能机器人助理	42
6、彩色编码结构光三维检测系统	44
7、中医腧穴智能识别系统	45
8、空地目标探测系统与装备	46
9、“广武天眼”碳排放智能检测装备与服务平台	47
10、自动化生产线产品质量智能检测系统	48
11、基于国产处理器和操作系统的万兆级单向导入设备	49
12、一种离子凝胶基有机电化学晶体管及其制备方法与应用	50
13、AWG芯片热电温度控制器	51
14、基于表面等离子激元的带通滤波器设计方法及滤波器	52
15、通信信号分析与盲处理平台	53
16、美钥码技术体系与公共服务平台	54
17、新型智能阀门定位器	56
18、物流集散中心风险感知与立体FK技术及应用示范（编号2018YFCXXXXX03）	57
19、临床大数据标准化处理与分析工具软件	58
20、基于多模态数据的肺结节智能筛查与诊断系统	59
21、多模态协同驱动的老年人平衡功能评估设备与预警平台	60
22、电子处方审核与流转平台	61
23、一种多模态多目标的路径规划算法	62
24、复杂作业调度指控电子沙盘系统	63
25、基于知识图谱和多模态大模型在医学影像报告生成技术	64
26、历史城镇可持续社区保护管理BIM+GIS平台	65
27、列车驾驶员行为分析系统	66
28、数字孪生驱动的远程机器人集群控制系统	67
29、人机融合智能增强外骨骼系统	68

三、新能源及节能技术（共36项）

1、利用矿物气凝胶生产高性能隔热材料	71
2、一种二维非晶材料制造平台性技术	72
3、航天/JG/储能/急速充放电电柜/新能源汽车电池用冷板开发设计及力学分析	73
4、高温微波加热技术	74
5、利用太阳能发电储能的叶片自调节百叶窗	76
6、电化学储能电站多参量多级安全感知预警系统	78
7、基于宽温域高效热泵空调的新能源汽车集成热管理关键技术研发	79
8、一种建筑外墙光伏发电保温复合一体板	80
9、一种手套箱样品转移装置	81
10、超高压环保型罐式多断口真空断路器	82
11、风致振动压电能量俘获的自供电设备研发及应用	83
12、直流输配电系统关键保护技术	84
13、基于WAMS数据的新能源机组控制参数辨识系统	86
14、高效柔性叠层太阳能电池的应用	87
15、面向环境健康监测的自供能能量俘获设备研发	89
16、一种全固态锂电高分子复合电解质(膜) 技术开发	90
17、一种全固态锂电层状复合电解质(膜) 技术开发	91
18、一种界面增强型高光-热稳定钙钛矿薄膜的制备方法	92
19、构网型配电变压器及源网荷储一体化新型配电台区	94
20、柔性仿鱼体压电能量俘获自供电设备	95
21、一种基于控温材料储能技术的超低能耗建筑设计模式研发	96
22、混合溶剂高效分离膜技术开发与应用	97
23、一种用于带电物质高效截留的分离膜技术开发	98
24、一种提高钠离子电池循环稳定性的隔膜	99
25、晶须碳纳米管在储能器件中的应用研究	100
26、一种大面积钙钛矿太阳能电池印刷制备的方法	101
27、一种球形锂离子电池正极材料及其前驱体的制备方法	102
28、锂二次电池用高容量正极材料及其制备方法	103
29、一种钠/钠离子电池无纺布隔膜及其制备方	104
30、一种电池用改性聚丙烯腈无纺布/二氧化硅气凝胶复合隔膜及其制备方法	105
31、一种高安全电池隔膜及制备方法	106
32、生物质高端生态炭材料制备技术	107
33、一种高适应性建筑屋面漫射采光装置	108
34、废旧锂离子电池关键材料绿色高值再生回收利用	109
35、振杆密实法处理大面积深厚松软土地基技术	110
36、酒糟高值化利用技术	111

四、能源与环境（共25项）

1、铝电解大修渣生产氟化镁和霞石/石墨粉关键技术	114
2、一种高水溶性聚磷酸铵及其合成方法和应用	115
3、植物油基聚氨酯包膜肥料的开发及应用	116
4、先进微纳米光催化材料及在环境污染治理与过氧化氢生产的应用	117
5、黄腐酸类水溶肥抑晶剂及其制备方法	118
6、模块化钢结构建筑成套技术	119
7、高频次高分辨率高精度遥感水质反演方法与软件平台	121
8、一种基于图论理论的水系功能连通格局优化方法	122
9、新型大处理量金属矿抛尾智能化跳汰精确分选技术及装备	123
10、砂性肥料造粒关键技术及产业化应用	125
11、一种基于变形控制的高填方大直径钢波纹管涵关键施工技术	126
12、新型自研高效难处理氧化矿分选捕收剂推广应用技术	127
13、水泥路面、机场道面与高铁无砟轨道隐蔽病害快速诊治成套技术	129
14、污水低碳脱氮关键技术与装备	130
15、VOCs废气资源化回收及深度处理关键技术研究及应用	131
16、污水低碳处理及尾水生态提质成套技术体系示范应用	132
17、一种湿地公园式生态水净化系统的构建方法	134
18、废旧塑料高效分离技术	135
19、一种丝状好氧生物颗粒污泥工艺	136
20、高效复合太阳能蒸发器技术研发与产业化应用	137
21、难降解有机废水高效臭氧催化氧化催化剂及耦合电催化氧化工艺	138
22、废水与生物质协同电解制氢技术	139
23、污水高清洁度净化技术	140
24、新型高蛋白植物“肥肥草”的快繁技术与高效利用	141
25、一株乳酸乳球菌乳酸亚种及其在低温青贮中的应用	142

五、高新技术改造传统产业（共16项）

1、低阶铝土矿高质绿色利用关键技术与生产示范	145
2、电动汽车大功率高性能单级式充放电技术及其智能装备	146
3、井下单点智能一体相机	150
4、基于结构光点云的轨道扣件服役状态检测系统	151
5、大模型与多源数据融合驱动的城市综合交通系统韧性智能管理平台	153
6、桥梁拉索大气腐蚀电化学防护技术及设备	154
7、连续流反应与先进分离关键技术开发及产业化应用	155
8、桥梁钢绞线断丝声发射监测黑洞波导杆引波技术	156
9、高铁架桥机安全声发射监测技术研究与应用	157
10、斜拉桥拉索断丝声发射监测黑洞波导杆引波技术	158
11、桥梁满堂支架屈曲失稳声发射监测黑洞波导杆引波技术研究	159
12、混凝土桥梁预应力孔道注浆缺陷红外热成像识别检测技术	160
13、基于人工智能的生猪养殖自动化液态饲喂与疫病识别系统	161
14、机器人智能化关键技术	162
15、数理机理模型双驱动的关键设备实时监测与预测性维护技术	163
16、一种古建筑清水砖墙修砌施工辅助装置及方法	164



六、生物与中医药技术（共73项）

1、多模态专病数据库构建系统 .....	168	32、一份高营养价值强抗病能力番茄新种质创制 .....	212
2、公立医院预算分配决策优化系统 .....	169	33、为农争“光”——一种绿转红型碳点的研发及其在农业上的应用 .....	213
3、农业微生物种质资源库及碳中和平台建设 .....	171	34、等离子体活化凝胶牙齿美白系统研发及应用 .....	215
4、甲硝唑、奥硝唑工艺开发及应用 .....	173	35、一种防控小麦赤霉病的植物源碳纳米点材料 .....	216
5、富蛋白微藻高值利用技术 .....	174	36、靶向B7H3的单抗药物和CAR-T细胞的开发 .....	217
6、高稳定性催化剂催化葡萄糖合成甘露糖 .....	175	37、一种可溶型/可降解型微针的制备方法及其应用 .....	219
7、蚕丝蛋白高分子微纳成型加工与生物医用产业化应用 .....	176	38、一种水凝胶微针递药平台的制备方法及其应用 .....	220
8、治疗肺纤维化创新药物研究开发 .....	177	39、一种通用型抗病毒疫苗吸入加强剂的研发 .....	221
9、中草药艾草与农作物秸秆混合制备发酵饲料 .....	179	40、药物-益生菌口服自乳化系统用于糖尿病的治疗 .....	222
10、超低温发酵多糖口服液 .....	181	41、难溶性药物芽孢复合物口服制剂的研发与应用 .....	223
11、强效抗炎蒙花苷纳米胶束眼用创新制剂 .....	182	42、一种抗疲劳、促进肠道益生菌增殖的芝麻生物活性肽 .....	224
12、高效脑卒中药物研发 .....	186	43、干细胞外泌体微针 .....	225
13、高通量测序严重药物毒副反应相关基因位点检测试剂盒的研发与应用 .....	187	44、新型吸入脑梗治疗制剂的研发 .....	226
14、儿童重大神经发育障碍防治技术成果转化与产业化 .....	189	45、基于二茂铁工程化开环聚合反应的心肌肌钙蛋白I高灵敏分析新方法研究 .....	227
15、一种治疗儿童孤独症谱系障碍的“prohappy”的益生菌混合物 .....	190	46、准CT成像新技术对HIV（+）患者冠心病风险精准评估 .....	228
16、脉冲电场协同药物作用细胞的分子调控机制建模及其系统开发 .....	192	47、槲皮素在制备治疗肾性贫血的药物中的应用 .....	229
17、靶向表皮生长因子EGFR及相关信号通路的药物开发 .....	194	48、卵巢癌防治技术成果转化与产业化 .....	230
18、茄子雄性不育新技术的开发及其在高效制种中的推广应用 .....	195	49、低出生体重新生儿腹部及会阴部手术麻醉的优化策略 .....	231
19、超纯工程化环状RNA制作及RNA药物开发技术 .....	197	50、一种术中精准检测脑胶质瘤类型的系统 .....	232
20、药食同源中药材的益生菌发酵与应用 .....	199	51、中草药萜类/黄酮类活性成分的酵母合成 .....	233
21、1.1类抗菌新药2f在细菌感染中的应用 .....	201	52、基于脑机接口的运动功能康复训练系统 .....	235
22、一种口服治疗脑卒中的丁苯酞前体药物 .....	202	53、一种大气低温等离子体与水溶性纳米氧化锌的协同杀菌装置的研发应用 .....	236
23、心血管相关疾病的分子诊断与应用研究 .....	203	54、智能微血栓物化分析仪 .....	237
24、一种光催化合成含氟烷烃的通用方法平台 .....	204	55、生物战剂一体化快速检测尖兵系统 .....	238
25、一种光催化合成多卤烷烃的通用方法平台 .....	205	56、等离子体绿色防控小麦真菌病害装备研发及应用 .....	239
26、一种光催化合成联苳类化合物的通用方法平台 .....	206	57、一种慢性病医疗护理装置 .....	240
27、乳酸菌产品及其解酒用途 .....	207	58、食管携粒子球囊近距离治疗系统的研发和临床应用 .....	241
28、一种解酒多肽 .....	208	59、一种胆固醇消耗型纳米反应器的制备方法及其应用 .....	242
29、一个靶向树突状细胞的亲和肽TY肽及其应用 .....	209	60、梅毒螺旋体抗体（TP）快速检测试剂研发 .....	244
30、一种棉花促生抑菌绿色纳米菌剂的开发和应用 .....	210	61、社区慢性病患者的数值化用药管理系统 .....	245
31、棉酚及其衍生品高值化利用关键技术研究及产品开	211	62、基于适配体的CRISPR/Cas12a系统用于志贺菌的活菌检测技术 .....	246

63、食管癌自身抗体血清学早期诊断技术体系的建立及应用 .....	247
64、基于XGBoost和中医脉诊信息的心血管疾病复发风险预测平台 .....	248
65、一种尿液外泌体检测试纸条用于糖尿病肾病早期预警 .....	249
66、一种护理用流食喂养装置 .....	250
67、实验动物模型一体化构建装置 .....	251
68、可加闭、防针刺伤血液透析用留置针及其使用方法 .....	252
69、基于3D打印个体化可降解PLCL气道支架及递送系统的研发 .....	253
70、基于质谱的新型诊疗生物标志物试剂盒开发与转化 .....	254
71、糖尿病肾病早期精准诊断关键技术的建立与临床应用 .....	255
72、月牙双面齿轮驱动手掌翻转装置 .....	256
73、一次性使用安瓿瓶固定装置 .....	258

七、航空航天（共6项）

1、多功能大载重通用无人飞行平台 .....	261
2、集群式系留无人机系统 .....	262
3、光学角偏差、光畸变联合精密检测设备 .....	263
4、高端透明件制造技术 .....	264
5、高性能大尺寸碳纤增强PEEK注塑成型及模具技术 .....	265
6、一种柔性辐射防护纤维织物 .....	266



八、高技术服务业（共4项）

1、远程会诊记录的自动转写与生成技术 .....	269
2、基于半解析配点技术的多波场高精度工程仿真平台 .....	270
3、隧道围岩特性反演理论与高聚物注浆加固技术 .....	271
4、大体积混凝土温控成套技术及应用 .....	272

九、其他（共3项）

1、高产稳产多抗小麦新品系郑大023 .....	275
2、应用于小麦矮秆及籽粒叶黄素含量分子育种的功能标记 .....	276
3、一种血液净化模型人 .....	277



# 一、新材料技术

## 目录

### 一、新材料（共27项）

- 1、耐高温聚酰胺工业生产技术及关键装备
- 2、聚酰胺基复合材料的功能设计与制备技术
- 3、热塑性聚酰胺弹性体开发及产业化
- 4、一种挠性印制电路板用压延铜箔及其制备方法
- 5、钼粉高质化高效化制备关键技术与装备研发
- 6、高强长效海洋防污涂层及其舰船装备应用
- 7、新型高性能铝合金板材的研发与应用
- 8、一种强耐久性涂层防护水泥基复合材料及制备方法和应用
- 9、一种苯制环己烯成套技术
- 10、环氧氯丙烷绿色生产关键催化技术及产业化
- 11、碳基储能材料与超级电容/电池技术
- 12、一种MXene基高导热防火电磁屏蔽复合薄膜及其制备方法
- 13、一种红外低发射率MXene薄膜及其制备方法
- 14、5-羟甲基糠醛氧化制2,5-呋喃二甲酸关键技术开发
- 15、碳纤维低损伤/无损伤宽展、编织与均匀预浸关键技术
- 16、新型混凝土裂缝自修复微胶囊
- 17、新型热力管道快速防水堵漏材料
- 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、一种高性能、高通量微孔射流套管式微通道反应装备
- 20、一种芳香烃微通道连续流硝化反应工艺及成套装备
- 21、微型桌面式挤出机
- 22、微型桌面式注塑机
- 23、低膨胀高安全长循环400Wh/kg锂金属软包电池与产业应用
- 24、轻质高能的500Wh/kg锂金属软包电池与无人及示范应用
- 25、一种聚合物透明件表面紫外防护膜及其制备方法和应用
- 26、一种3,4-二氟苯腈连续化反应与节能分离工艺技术包
- 27、全降解镁合金脑血管支架产品



## 1、耐高温聚酰胺工业生产技术及关键装备

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**项目负责人带领团队长期从事耐高温聚酰胺新材料、新装备与新工业技术的开发。新材料方面，成功开发了PA11T、PA12T和PA13T等长碳链耐高温聚酰胺新材料，相较于市售耐高温聚酰胺具有更低的吸水率、更加优异的尺寸稳定性能和加工性能；新装备方面，团队开发了适用于耐高温聚酰胺缩聚反应的转鼓反应器，其具有更加优异的传质和传热效果，且配备有蒸汽发生器，可防止物料的粘结，并可提高加压反应阶段反应活性，提高反应效率；新工业技术方面，团队开发了用于生产耐高温尼龙的连续固相缩聚方法，其可显著提高聚合效率和自动化程度，同时反应物与产物均为粉末状，反应品质和物料输送效率更高；技术指标方面，产品具有更高的白度、熔点和机械性能，优于市售产品。

**应用情况：**

1.应用场景：电子电器领域：3 接插件、USB 插口、电源连接器、断路器、电动机部件、低压电器精密零件；汽车领域：可回收式的油过滤器外壳，以承受来自发动机的高温、路面的冲击颠簸和恶劣气候的侵蚀；在汽车发电机系统，耐高温聚酰胺可以应用于发电机、起动机和微电机等；LED 领域：LED 反射支架。

2.应用合作情况：团队正在与中国石油化工有限公司共同开发耐高温聚酰胺基复合材料，并在积极推广应用。

3.转化情况：基于前期的技术，已与河南省君恒实业集团生物科技有限公司、南通协鑫热熔胶有限公司、宁夏中科生物新材料有限公司签订了实施许可协议，合同金额共计5600 万元。

**效益分析：**高温尼龙的价格的是普通尼龙的 2-3 倍，且国内市场需求量较大（2025 年预计达到 5 万吨），竞争压力小，供应商具有较强的议价能力。当前我国高温尼龙消费大量依赖进口，进口依存度高达 70%以上，且价格昂贵。在国内布局耐高温聚酰胺产业，既可以打破国外垄断，同时也具有较高的利润空间。

## 2、聚酰胺基复合材料的功能设计与制备技术

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**申请人所在的工程塑料研究室团队长期从事常规聚酰胺与特种聚酰胺的研究工作，目前已成功开发国际领先的工业制备技术与关键装备，并进行了 3 次技术转让，共计 5600 万元。基于自主研发的新材料进行功能设计和复合改性是进一步拓宽其下游应用市场并提高附加值的关键。基于此思路，团队先后开发了高强、高导热、耐高温、高流动聚酰胺基复合材料，可以满足结构材料、LED 支架、电子电器配件和发动机周边材料的应用要求。

**应用情况：**

1.应用场景：电子电器领域：3 接插件、USB 插口、电源连接器、断路器、电动机部件、低压电器精密零件；汽车领域：可回收式的油过滤器外壳，以承受来自发动机的高温、路面的冲击颠簸和恶劣气候的侵蚀；在汽车发电机系统，耐高温聚酰胺可以应用于发电机、起动机和微电机等；LED 领域：LED 反射支架。

2.应用合作情况：申请人为金冠电气股份有限公司开发了高导热避雷器封装材料，正在进行应用验证。

**效益分析：**聚合物基复合材料直接面向应用市场，具有应用广泛和高附加值的特点。同时前期投入低，仅需双螺杆挤出机以及注塑机即可，因此，投资小，盈利性强。

### 3、热塑性聚酰胺弹性体开发及产业化

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**热塑性聚酰胺弹性体（TPAE）是热塑性弹性体家族的最新品种，具有优异的韧性、耐化学性、耐磨性及消音性，又兼具有良好的回弹性等优点，在汽车工业、体育用品、医疗器械、光纤涂层等领域有着广泛应用。本项目开发了以尼龙 1212、尼龙 6、尼龙 66、尼龙 1010 等为硬段，聚环氧乙烷、聚环氧丙烷、聚四氢呋喃、聚硅氧烷等为软段的多种热塑性聚酰胺弹性体品种。同时，针对不同品种 TP AE 的特性，开发了聚酰胺弹性体永久抗静电剂、耐磨抗寒、医疗器械、3D 打印、运动器械等多种应用场景下的产品，适用于航空密封件、高附加值添加剂、医用导管、发泡鞋材、羽毛球材等领域。

**应用情况：**本项目已推广应用了热塑性聚酰胺弹性体及其 3D 打印材料的高效制备技术，实现科技成果转化 3 次，推广新技术 2 项，建成年产 100 吨热塑性聚酰胺弹性体示范生产线 1 条，将热塑性聚酰胺弹性体及其 3D 打印材料实现了技术推广和工业应用。开发了适用于脊柱矫形鞋垫、硬脊膜外麻导管、永久抗静电剂等领域的聚酰胺弹性体及其 3D 打印下游产品，目前已实现量产销售，2024 年已实现 50 吨销售量，实现销售额 1000 万元。目前与山东东辰瑞森、山东祥龙新材料、河南驼人集团等多家单位签订了合作开发协议，计划在永久抗静电剂、医用导管、低压注塑芯片级热熔胶、锂离子电池粘结剂等领域进行聚酰胺弹性体相关新材料的开发应用。

**效益分析：**我国目前能够自主生产的聚酰胺弹性体不足 500 吨，超过 90% 的高端应用品类依赖进口。国外对于聚酰胺弹性体的聚合技术实行严格保密，实施技术封锁和限制政策，本项目的实施开发了具有我国自主知识产权的聚酰胺弹性体新材料和合成新路线，具有自主知识产权，这对于打破国外在弹性体方面的技术垄断和封锁，促进我国先进尼龙材料及高端制造业的发展具有重要的社会价值和战略意义。目前国内的年需求量在 5000 吨左右，价格在 20 万/吨左右，市场需求缺口较大，3D 打印粉末的单价普遍在 100 万/吨以上。以长碳链尼龙制备聚酰胺弹性体的成本价格在 6-7 万/吨，3D 打印粉末的成本价格在 10 万元/吨左右，因此推算聚酰胺弹性体每吨的利润在 10 万元以上，3D 打印粉末每吨的利润在 50 万元以上，本项目开发的聚酰胺弹性体新材料可产生 10-20 亿元/年的经济效益。

### 4、一种挠性印制电路板用压延铜箔及其制备方法

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**压延铜箔常用于制备挠性印制电路板（FPC），应用于各类消费电子、航空航天等领域。随着电子电气产品的发展，组织可控、取向可调的高挠性压延铜箔制品逐渐成为行业宠儿，然而此类铜箔依然被国外垄断。FPC 制备过程中，为了保证其挠曲性，需要铜箔在 180℃ 左右完全再结晶，且再结晶晶粒取向一致性高。然而，常规压延工艺制备的压延铜箔，其再结晶温度较高，且再结晶晶粒取向随机。本技术创新采用微量合金元素掺杂与特殊压延工艺相结合的方法，成功的制备出了再结晶温度低于 180℃，再结晶立方织构取向大于 95% 的压延铜箔，其电导率及挠曲性均优于日本进口产品。此项技术适配国内现有压延铜箔产线，无需额外进行设备改造升级，便于科研成果转化及企业技术升级。

**应用情况：**FPC 制备过程中，需要通过胶黏剂连接铜箔与绝缘薄膜，之后在 180℃ 左右温度烘干去除胶黏剂中的溶剂，确保其在固化后具备良好的附着力和机械性能。为了提升 FPC 的挠曲性，要求在烘干过程中硬态铜箔发生完全再结晶，且再结晶晶粒取向一致性高，目前此类铜箔被日本垄断，国内主要依赖进口。目前，该技术已经与灵宝金源朝辉铜业、山西北铜新材两家铜箔生产厂家进行接洽，技术受到两家企业技术人员 23 员及管理层的认可，并在商讨成果转化方案。同时，中原关键金属实验室对此技术大力支持，通过建立“高品质铜基材料样板中试平台”推进此项成果的中试，目前中试线建设正在稳步推进。

**效益分析：**高挠性压延铜箔主要用于挠性和高频电路板，锂电池负极材料等领域，随着科技发展和电子设备更新换代，对高挠性压延铜箔的需求持续增加。目前，市场上普通压延铜箔约 15 万/吨，而日本进口高挠性压延铜箔高达 30 万/吨，按生成成本 10 万/吨，其利润相差 3 倍之多。该成果在企业转化成功后，按照年产压延铜箔 5000 吨计算，可为企业增加利润 7.5 亿元，也将大大提升企业在行业的影响力。该技术可在现有产线上进行适配，企业无需额外进行设备投入或升级。



## 5、钼粉高质化高效化制备关键技术与装备研发

所属院系：中原关键金属实验室

**成果简介：**钼粉作为钼产业链承上启下的中间产品，制备出形貌均匀、分散性好、颗粒尺寸可控且氧含量低的高品质、低成本钼粉是推动高端市场发展的关键。河南省钼资源十分丰富，具较好的研究基础。在河南省开展本项目符合国家战略和我省产业发展需求。本项目旨在研究氢气还原过程中的物理化学变化与物质演变规律，通过调控水蒸气与氢气分压及输运路径，开发钼粉高质化与高效化制备关键技术及30kg/炉次一体化装备。以期还原效率提高 20%以上，节能20%以上，成品率提高 5%~8%以上，并且实现连续化、智能化、柔性化与定制化。

**应用情况：**钼粉及其制备技术对钼产业链而言，具有承上启下的作用，既是钼产品质量焦点、成本热点，也是产业链的核心支撑点。豫西地区钼资源丰富，前后产业发达，而钼粉制备已经成为该地区在钼产业方面的投资洼地。洛阳作为中国钨钼金属材料加工与集散中心，之所以出现钼粉板块短缺，是因为无法破解“局部短缺与全国钼供需平衡”的困局。本项目以高品质、高效率、低成本为特征，成为打破河南钼产业局部与全国钼产业格局的金钥匙，将会颠覆河南乃至整个中国钼产业市场格局。推广应用及产业化前景非常广阔。

**效益分析：**本项目通过提高效率、降低能耗、提高成品率、消除钼舟消耗及智能化制备等技术手段，有望实现钼粉生产的社会成本降低 1500 元/吨。按照产能 1.0 万吨/年计算，产生直接利润 1500 万元/年。由于具有相对于社会制造的成本优势，加之品质（形貌、氧含量、粒度分布等）优势，有望拿下市场份额的 60%以上，降低社会成本为 20000 吨/年 $\times$ 60% $\times$ 1500 元/吨=1800 万元。按照现有钼粉市场净利润 15%计算，20000 吨/年 $\times$ 60% $\times$ 30 万元/吨 $\times$ 15%=5.4 亿元。两者之和为 1800 万元+5.4 亿元=5.58 亿元。

## 6、高强长效海洋防污涂层及其舰船装备应用

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**功能用途：针对在强海水冲刷、高海水流速苛刻工况服役的舰船关重装备对高强抗冲刷长期效防污涂层的迫切需求，提出了微米尺度叠层结构 Cu-X 防污涂层设计新思路，研发了具有 Cu<sup>2+</sup>缓释效应的强结合、耐冲刷防污涂层。

**技术指标：**与宏观电偶防污体系相比，Cu 离子释放速率减小 1 个数量级；与有机防污涂料相比，Cu-X 涂层结合强度及抗冲刷性能提升 1 个数量级，防污期效>10 年，实海测试 3 年后，防污评分 100 分。

**技术创新点与优势：**本防污涂层基于 Cu/X 微米尺度粒子间的微电偶效应，可实现 Cu<sup>2+</sup>的均匀释放；基于微米尺度叠层结构设计，可达到 Cu<sup>2+</sup>的可控缓释及层层自抛光、自清洁效应，从而延长使用寿命。突破了传统有机防污涂料与基材结合强度有限、不耐冲刷、寿命短的卡脖子难题。

**应用情况：**

**应用场景：**本技术开发的新型等离子喷涂金属基 Cu-X防污涂层具有结合强度高、力学性能优异、抗海水冲刷性能好、抗冲击性能好、防污期效长、防污性能优异等诸多优点，可用于大型舰船的导流罩、定子、转子、等先进装备表面的海洋生物污损防护，可显著提升上述关键装备的服役寿命、可靠性及安全耐久性。

**合作转化情况：**通过与我国舰船装备总体设计单位（中国船舶集团七〇一所、七一九所）、舰船材料技术责任单位（七二五所）合作，目前已经实现在重点型号装备上的转化应用，创造经济价值 1000 万元。此外，团队拟与七二五所就共建“海洋先进涂层防护创新中心”签订协议，后期将根据实船应用情况，结合总体单位需求，实现产品的转化、迭代升级及在舰船装备上的大规模推广应用。，100 万元/到账10 万元。

**效益分析：**项目相关成果已获批国家国防科工局、中央军委装发等渠道多项国防军工项目及国家自然科学基金的支持，总经费超 1300 万元；研究成果已经实现在重点型号装备上的转化应用，创造经济价值 1000 万元。

本技术具有强的普适性，不仅可应用于军用舰船上，提高我国海军舰船寿命及战斗力，加强我国海洋国防力量，还可应用于民用船只、海洋工程、水下管道等领域，延长我海洋设备的使用寿命，节省成本。该涂层的应用讲显著延长船舶入坞维修清理周期、减小维修频次，预计未来每年为我国海军节省军费 3000 万元。

## 7、新型高性能铝合金板材的研发与应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：

成果 1：研发的新型 Al-Mg-Mn 系列合金结晶温度区间低，力学性能优异及具有良好的耐蚀性，首次将性能优异的5xxx 系铝合金的结晶温度区间降低了20%以上（低于10℃），能适用于连铸连轧工艺的生产，目前已授权发明专利一项；成果 2：成功制备了新型高性能 Al-Mg-Si-Sc 系列合金，具有强度高（抗拉强度 $\geq 350\text{MPa}$ ，屈服强度 $\geq 300\text{MPa}$ ），塑性好（延伸率 $\geq 15\%$ ），耐疲劳（疲劳极限强度 $\geq 150\text{MPa}$ ）等特点，填补了国内外高性能 Al-Mg-Si-Sc 合金体系的空白，目前已申请发明专利一项。

应用情况：新型 Al-Mg-Mn 系列合金能适用于新型的连铸连轧生产工艺，该工艺具有流程短，速度快，效率高，能耗低等优势，符合国家关于铝加工业节能减排的产业需求；新型Al-Mg-Si-Sc 系列合金具有优异的综合性能，能应用于高速列车关键零部件，航空飞机蒙皮等领域。目前已与中车时代电气股份有限公司、湖南联诚轨道装备有限公司等签订多项横向项目，仅 2023-2024 年期间累计到账 86 万余元。

效益分析：新型 Al-Mg-Si-Sc 系列合金仍处在研发阶段，通过成分及热处理工艺优化，还能进一步提升合金的综合性能，目前相关成果的专利正在申请中。本项目总投入需 300万左右。预计 1-2 年能完成小试，3-4 年内完成中试，5-8 年内实现产业化。一旦完成产业化，将成功突破国外高性能 Al-Mg-Si 合金板材的技术垄断，获得价值数百亿元的经济市场。

## 8、一种强耐久性涂层防护水泥基复合材料及制备方法和应用

所属院系：水利与交通学院

成果简介：本成果将环氧树脂、有机硅烷和二氧化硅溶胶复合涂覆于水泥基材料表层，可以有效消除水泥内部产生的应力，抑制脆裂，进一步提高耐腐蚀性、韧性、力学性能等。水泥基复合材料添加有纳米填料，提高了水泥基材料的强度，细化水泥水化产物的晶型，同时可以填充在水泥基材料微观孔隙中，降低水泥的孔隙率，改善亚微观组织结构。纤维材料的加入可以与水泥基材之间的结合滑移有效提高水泥基材料的抗拉强度，并改善了脆性断裂的缺陷，提高水泥基材料开裂后的抗渗性和韧性，提高了水泥基材料的耐久性能。

应用情况：本项目成果可应用于对耐久性要求较高的混凝土结构工程中，目前尚未进行大规模应用。

效益分析：本项目成果通过将水泥基材与复合涂层进行复合制备的涂层防护水泥基复合材料具有抗渗性、抗侵蚀性、抗碳化性、抗冻性等强耐久性能，有效解决了水泥基材料结构在服役过程中的长期性能遭到损坏的问题，大大延长工程建筑的使用寿命，节约资源，节省结构服役中的维修费用，给社会带来巨大经济社会效益。



## 9、一种苯制环己烯成套技术

所属院系：化学学院

成果简介：聚酯尼龙生产关键技术。年产量过 500 万吨。3 项核心技术，1 个国内唯一产品。产业化成功。

应用情况：国能已大范围应用，超 20 家企业使用该技术。

效益分析：年产能超 500 万吨。

## 10、环氧氯丙烷绿色生产关键催化技术及产业化

所属院系：化学学院

成果简介：使用钛硅分子筛作为催化剂，催化过氧化氢直接氧化氯丙烯，合成环氧氯丙烷，流程简单安全、绿色环保、物耗能耗低，符合《石化化工行业鼓励推广应用的技术和产品目录》、《石化绿色低碳工艺名录》等国家政策，满足《环氧氯丙烷行业绿色工厂评价要求》等行业标准。本项目催化剂生产已经完成工业化，反应工艺技术和国内知名甲级化工设计院合作，已经完成工业规模单管实验，可提供工艺包、工程设计、催化剂等完整的系统解决方案。

应用情况：环氧氯丙烷是一种用途广泛的基本有机化工原料，是合成环氧树脂、氯醇橡胶等产品的主要原料，可用于制造玻璃钢、胶粘剂、阳离子交换树脂、电绝缘制品等。此外，也可用于溶剂、塑剂、稳定剂、表面活性剂和医药中间体等行业。本项目于 2020-2021 年完成了催化剂的工业化示范制备，应用于国内首套双氧水法环氧氯丙烷绿色生产装置，2022 年至今，与中国化学旗下的甲级设计院合作，已经完成工业规模单管实验，可提供工艺包、工程设计、催化剂等完整的系统解决方案。

效益分析：本项目采用过氧化氢直接氧化氯丙烯，绿色生产环氧氯丙烷，过氧化氢有效利用率高于 96%，环氧氯丙烷可回收循环利用，有效利用率高于 98%，前段可以和传统高温氯化法的前段工艺衔接，同时解决高温氯化法中后段工艺的环境污染问题，符合《石化化工行业鼓励推广应用的技术和产品目录》、《石化绿色低碳工艺名录》等国家政策，完全满足《环氧氯丙烷行业绿色工厂评价要求》等行业标准。在传统高温氯化法的前段工艺的基础上，预期投入 16000 万元，可建成年产 10 万吨环氧氯丙烷装置。

## 11、碳基储能材料与超级电容/电池技术

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：该项成果从碳基固废高值化利用出发，发展了一种利用“阳离子- $\pi$ ”相互作用力稳定预聚体插层结构，诱导定向石墨化反应，调控碳基储能材料限域孔道结构的新方法。项目成果涵盖了超级电容活性炭材料、硬碳材料、硅碳负极材料，及其在超级电容、锂/钠电池的应用技术。

1. 传统水蒸气活化法对于超级电容活性炭材料的提纯技术要求极高，瓶颈较大；而 KOH 活化法对于放大生产过程中设备材料的抗腐蚀性和生产安全性提出了非常高的要求。到目前为止，国内针对该材料技术的研发还都存在一定的问題。

项目开发了“阳离子- $\pi$ ”温和法催化活化生物基固废和煤基沥青制备高比能超级电容活性炭材料新技术。该新技术无需强酸强碱，无需  $\text{ZnCl}_2$ （氯气污染），却可获得材料性能指标的全面提升：比表面积( $2500\text{--}3000\text{ m}^2/\text{g}$ )、材料密度( $0.32\text{ g/cm}^3$ )和材料纯度(金属杂质  $< 50\text{ ppm}$ )等。2. 通过“阳离子- $\pi$ ”调控树脂基前驱体预聚体结构，获得了储钠容量  $500\text{ mAh/g}$ ，5C容量超过  $350\text{ mAh/g}$  的硬碳材料。

应用情况：高功率、大容量碳基储能材料的开发与应用将会对超级电容、风光储充一体化、分布式储能等领域的快速发展起到重要推动作用。到目前为止，国内针对该材料技术的研发还都存在一定的问題，技术被日本可乐丽公司垄断。在前期合作的基础上，项目团队已与中碳高科（河南）有限公司合作，在新乡市延津县化工园区立项，并购入 50 亩化工用地进行中试放大与批量生产，于 2025 年投入生产线建设与试生产。

效益分析：产品成本中的原辅材料、燃料、动力价格（含税价），均按现行市场价及工艺各专业提供消耗量计算。经估算，本项目正常年原辅材料费用为 13241.80 万元。正常年外购燃料和动力费用为 3595.50 万元。财务内部收益率为 58.78%，税后为 46.20%；投资回收期为 3.3 年。

## 12、一种MXene基高导热防火电磁屏蔽复合薄膜及其制备方法

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：本发明涉及复合薄膜领域，具体涉及一种MXene 基高导热防火电磁屏蔽复合薄膜及其制备方法；该MXene 基高导热防火电磁屏蔽复合薄膜的制备方法，包括以下步骤：将 MXene 溶液和二维填料溶液混合后先搅拌再超声，制得混合溶液；然后，将混合溶液倒入放置有滤膜的抽滤瓶中抽滤，制得 MXene 基复合薄膜。本发明制备的 MXene 基复合薄膜的导热系数高达  $67.3\text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ；并且，该 MXene 基复合薄膜在  $25\text{ }\mu\text{m}$  的厚度下，电磁屏蔽性能高达 73dB；该 MXene 基复合薄膜具有优异的导热、防火、电磁屏蔽和热稳定性，在可穿戴电子设备等领域具有巨大的应用潜力和巿场价值。

应用情况：目前正在与安阳国祥冶金材料有限公司等单位开展应用转化工作。

效益分析：本发明制得的 MXene 基复合薄膜具有良好的导热、防火、电磁屏蔽和热稳定性，在可穿戴电子设备等领域具有巨大的应用潜力和巿场价值。



### 13、一种红外低发射率MXene薄膜及其制备方法

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**该成果在国际上首次报道了本征低红外发射的 MXene 纳米材料（中国发明专利 ZL 202110367808.3.），其红外发射率可低至 10%，优于大部分金属的本征红外发射率。该材料组装形成的超薄薄膜（1  $\mu\text{m}$ ）在-20℃到 500℃的宽温域范围内展现出极其优异的红外隐身效果，能将 500℃高温物体的热辐射温度从 511℃降至而且 176℃，降幅达 335℃。同时，相比于金属基低红外发射材料，MXene 兼具低红外发射率和丰富的表面极性官能团，可以通过溶液法与聚合物进行复合制备，创制有机红外隐身复合涂料，在有机高分子、不锈钢金属、陶瓷等不同基底上展现出优异的红外隐身性能。

**应用情况：**目前正在与际华集团、航天科技集团一院等单位开展应用转化工作。

**效益分析：**项目开发的红外隐身复合涂料、红外隐身单兵套装等在军用装备、军用服装等方面具有巨大应用市场空间。

### 14、5-羟甲基糠醛氧化制 2,5-呋喃二甲酸关键技术开发

所属院系：化工学院

**成果简介：**本项目以 5-羟甲基糠醛氧化制 2,5-呋喃二甲酸为目标，开发了一种具有氢键裁剪和分子氧活化作用的双功能多相非贵金属催化剂，破解 5-羟甲基糠醛分子中的惰性氢键，促进羟基吸附活化，诱导分子氧高效活化。催化剂表面氢键裁剪重构及高活性氧物种原位生成显著提升了羟基基团活化氧化的速率，实现了 5-羟甲基糠醛高效高选择性氧化制 2,5-呋喃二甲酸。

产品 2,5-呋喃二甲酸经简单酸化即可达工业应用纯度标准。催化剂可循环使用，反应过程以分子氧和水为介质，具备高原子经济性，符合绿色化学理念。目前已完成公斤级实验（2,5-呋喃二甲酸分离收率达 82%）和核心技术专利申请，与濮阳市科技研究院合作，推动中试及产业化，为生物基化学品生产和环保材料研发奠定基础。

**应用情况：**本项目开发了 2,5-呋喃二甲酸绿色制备技术，2,5-呋喃二甲酸可替代石油基对苯二甲酸，用于制造新一代生物可降解聚酯，如聚呋喃二甲酸乙二醇酯，广泛应用于食品包装、纺织纤维等领域，市场前景广阔。

目前已与濮阳市科学技术研究院签署联合研发协议，正在开展中试放大实验。双方合作旨在验证实验室技术的可重复性和稳定性，优化工艺参数，并探索中试成果的规模化生产路径。

该项目的核心技术绿色、高效，符合可持续发展理念。催化体系和工艺的独特性显著降低了生产成本和能耗，为生物基化学品行业提供了具有竞争力的解决方案，有利于推动绿色化学技术在工业中的普及和推广。

**效益分析：**本项目以绿色、高效、经济为核心，开发了5-羟甲基糠醛氧化制备 2,5-呋喃二甲酸的关键技术，具备显著经济、社会和环境效益。

投入分析：研发投入集中于催化剂开发和工艺优化，依托国家自然科学基金及企业项目支持，初期研发成本已基本收回。中试阶段资金投入由濮阳市科技研究院承担。

产出分析：该工艺利用绿色催化剂，原料利用率高，产品分离收率达82%，能耗和成本显著降低，较传统方法节约生产成本约20%。

效益分析：该技术符合绿色化学理念，减少环境污染，助力“碳达峰、碳中和”目标。2,5-呋喃二甲酸在可降解聚酯等材料中的广泛应用，市场需求强劲，产业化潜力巨大。项目推动了生物质资源高值化利用及绿色工业化发展，提升了区域经济和企业竞争力。

## 15、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。



## 16、新型混凝土裂缝自修复微胶囊

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**新型混凝土裂缝自修复微胶囊专为混凝土结构设计，一旦混凝土出现裂缝，微胶囊破裂释放修复剂，自动填充、黏合裂缝，广泛用于高楼大厦、桥梁、水坝等，保障建筑长期稳固，减少维护成本。微胶囊粒径在 0.1-2 毫米，适配多种混凝土配比。修复剂固化时间 8 小时内，抗压强度恢复至原混凝土 80%以上。技术优势包括：1.智能自修复：首创感应式释放机制，裂缝产生瞬间响应；2.耐久性强：修复后能抵抗多次环境侵蚀；3.环保节能：减少维修材料消耗与人工干预，降低碳排放，契合绿色建筑潮流。

**应用情况：**新型混凝土裂缝自修复微胶囊产品目前处于实验室的小试阶段，后续的产品中试生产与应用技术开发，与河南人邦科技股份有限公司建立了合作关系并将进行小批量生产和积极探索产品产业化。

**效益分析：**产品的投入成本包括：①研发成本：科研团队费用、新型材料研发实验经费等，前期投入约 30 万元；②生产成本，包括原材料采购成本、生产工艺优化成本、设备运行与维护费用。

产品的产出包括：①经济效益：广泛应用于建筑、桥梁等基础设施，凭借延长建筑寿命、减少维修频次优势，在产品开发的初期，预计年销售量达 2000 吨以上，年收益可达100 万元以上；②社会效益：提升建筑物安全性，降低因裂缝引发的坍塌风险，保障人员生命财产安全；减少后期维护产生的建筑垃圾，契合环保理念，促进建筑行业可持续发展。综合初期投入与后续持续产出，预计在 3 年达成收支平衡，后续随市场拓展，盈利逐步攀升，收益前景良好。

## 17、新型热力管道快速防水堵漏材料

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**近几年全国热力管网的泄漏事故，不仅给供热单位带来了经济上的损失，更是威胁到了整个供暖系统的安全稳定运行，以及人民群众的人身安全，影响社会稳定和谐。因此，发生管道破裂后，对管道进行及时有效的抢修是对于减小经济损失，稳定社会和谐的最迫切的任务之一。新型热力管道快速防水堵漏材料具有凝结时间快、防水堵漏效果佳、早期粘连强度高、在高温、强碱环境下耐久性好等优势，填补了在中温、强碱等恶劣环境下长期防水堵漏的产品空白。

**应用情况：**新型热力管道快速防水堵漏材料的生产与应用技术开发，与河南人邦科技股份有限公司建立了合作关系，目前处于中试阶段，后续将进行小批量生产，并积极探索产品产业化。

**效益分析：**产品的投入成本包括：①研发成本：科研团队费用、实验设备采购与材料测试费用等，前期投入约 40 万元；②生产成本，包括原材料采购、生产设备租赁与维护、人工薪资。

产品的产出包括：①销售收益：凭借高效防水堵漏性能，迅速抢占热力管道维修市场，在产品开发的初期，预计年销售量达 5000 吨以上，年收益可达 200 万元以上；②社会效益：减少热力管道泄露造成的能源损耗，降低供暖中断频次，提升居民生活满意度；降低维修时长，减少交通拥堵等次生影响，为城市稳定运行助力。综合初期投入与后续持续产出，预计在 2 年内实现盈利平衡，之后进入盈利快速增长期，投资回报率可观。

## 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：**郑州大学水利与交通学院

**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、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术和产品目录》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术和产品目录》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。

## 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、微型桌面式挤出机

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：功能用途：

1. 实现微量高分子材料共混改性；
2. 配合不同口模，实现不同截面高分子制品挤出成型；
3. 适合实验室微量高分子挤出、改性等高分子共混材料或复合材料研

发实验，以及实验教学（提高生均仪器数量）。

技术指标：

- 1.螺杆长径比，35:1；
- 2.螺杆直径 16mm;
- 3.最高温度，300℃，温控精度±0.5℃；
- 4.螺杆转速：0-100rpm，伺服电机控制;
- 5.冷却方式：水冷；
- 6.外形尺寸：600mm×300mm×300mm (长×宽×高)；
- 7.整机重量：5kg。

技术创新点和优势：

- 1.触摸屏控制，一键傻瓜式成型工艺参数设置；
- 2.体积小，重量轻;
- 3.预留螺杆料筒快捷安装接头，方便拆卸、维修和残料清洗；
- 4.用料少，10g 高分子材料便可挤出成型;

5.残料清理快捷，方式多样（可方便地把螺杆从料筒中抽出来清理残料、也可连续挤出的方式清理残料）；6.由于用料少、清理方便，大大缩短了高分子材料研发周期；

7.料筒、螺杆全部采用和工业用挤出机一样的氮化、退火、渗氮、镀铬处理，以保证设备的强度；

8.动力采用伺服电机精确控制螺杆转速、宇电温控表和精密传感，大大提高实验结果的重复性；

9.大量采用标准化元器件以及标准化电气、机械安装接头结构，大大减少学生对挤出操作熟练度的要求。

应用情况：

应用场景：

- 1.相关企业的高分子共混/复合材料快速研发；
- 2.高校、科研院所课题组的高分子材料挤出实验；
- 3.高校的高分子相关专业本科生实验教学。

应用合作情况：

目前，已经委托高新区一机械加工厂进行小批量生产；该挤出机已经在郑州大学郑国强教授课题组，郑州大学材料学院材料教学实验中心、中科院宁波材料所汪龙研究员课题组得到应用。其中，郑国强教授课题组利用该挤出机，每年发表 3-4 篇中科院一区论文（学生均为第一作者）。

转化情况：

目前，已经委托高新区一机械加工厂进行小批量生产，还没实现成果转化。

效益分析：全国目前开设高分子材料相关专业的高校超过 200 所，高分子材料相关企业 30 余万家，在高分子材料研发、高分子材料教学方面对桌面式微型挤出机需求量巨大。

此外，目前制造一台该挤出机的成本约为 2 万（不考虑人工等因素），售价约为 3.8 万，如果能规模化生产，利润率更高。



## 22、微型桌面式注塑机

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：功能用途：

- 1.实现微量高分子材料注射成型加工；
- 2.快速便捷的模具更换接口，实现不同高分子制品注射成型；
- 3.适合实验室微量高分子材料研发实验、满足本科生实验教学（提高

生均仪器数量）。

技术指标：

- 1.螺杆长径比，40:1；
- 2.螺杆直径 16mm;
- 3.最高温度，350℃，温控精度±0.5℃；
- 4.螺杆转速：100-300rpm，伺服电机控制;
- 5.冷却方式：水冷；
- 6.外形尺寸：800mm×300mm×300mm (长×宽×高)；
- 7.整机重量：25kg。

技术创新点和优势：

- 1.触摸屏控制，一键傻瓜式成型工艺参数设置；
- 2.体积小，重量轻;
- 3.预留螺杆料筒快捷安装接头，方便拆卸、维修和残料清洗；
- 4.用料少，10g 高分子材料便可注射成型;
- 5.残料清理快捷，节约原料；
- 6.由于用料少、清理方便，大大缩短了高分子材料研发周期；

7.料筒、螺杆全部采用和工业用注塑机机一样的氮化、退火、渗氮、镀铬处理，以保证设备的强度；

8.动力采用伺服电机精确控制螺杆转速、宇电温控表和精密传感，大大提高实验结果的重复性；

9.大量采用标准化元器件以及标准化电气、机械安装接头结构，大大减少学生对挤出操作熟练度的要求。

应用情况：

应用场景：

- 1.相关企业的高分子共混/复合材料快速研发；
- 2.高校、科研院所课题组的高分子材料注塑成型实验；
- 3.高校的高分子相关专业本科生实验教学。

应用合作情况：

该挤出机已经在郑州大学郑国强教授课题组、郑州大学材料学院 22 级高分子成型方向的本科生教学过程中得到应用。其中，郑国强教授课题组利用该注塑机，每年发表 2-3 篇中科院一区论文（学生均为第一作者）。

转化情况：

目前，已经委托高新区一机械加工厂进行小批量生产，还没实现成果转化。

效益分析：全国目前开设高分子材料相关专业的高校超过 200 所，高分子材料相关企业 30 余万家，在高分子材料研发、高分子材料教学方面对桌面式微型挤出机需求量巨大。此外，目前制造一台该挤出机的成本约为 3 万（不考虑人工等因素），售价约为 4.5 万，如果能规模化生产，利润率更高。

## 23、低膨胀高安全长循环 400 Wh/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（ $\leq 10\%$ ）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（ $\geq 100$  次）和低体积膨胀率（ $\leq 10\%$ ），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  $\geq 400$  Wh/kg、循环寿命  $\geq 100$  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  $\leq 10\%$ 。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。



## 24、轻质高能的 500 Wh/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）对电解液有更高质量要求，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/cm<sup>3</sup>），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大容量软包电池（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。

25、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<sub>2</sub>）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<sub>2</sub>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。

26、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。



## 27、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。

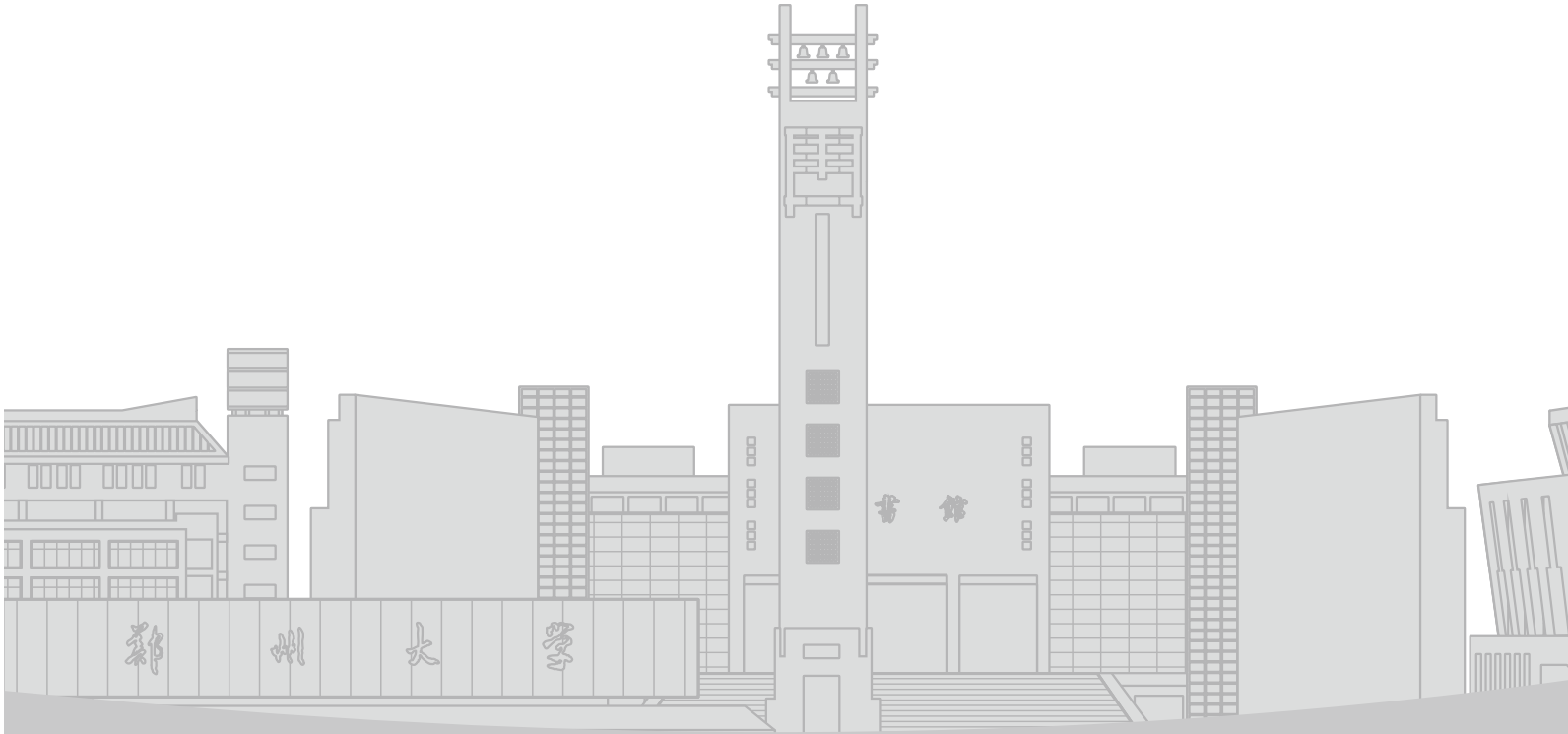
**应用情况：**镁合金脑血管支架主要用于治疗缺血性脑血管疾病，这些疾病往往需要通过支架植入以实现血管的完全再通，而镁合金脑血管支架凭借其可降解性和良好的生物相容性，成为了治疗此类疾病的重要选择。在已有的镁合金冠脉支架产品中，镁合金支架表现出了良好的临床安全性和有效性，这为镁合金脑血管支架的临床应用奠定了坚实的基础，也为其商业化推广提供了有力的支持。

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。

# 二、电子信息技术



# 目录

## 二、电子信息技术（共29项）

- 1、医用红外热成像系统
- 2、新一代人工智能医学影像存储与传输系统软件
- 3、类球形水果采摘及分拣机器人
- 4、基于人工智能的医用红外热成像辅助诊断系统
- 5、全年龄多模态智能机器人助理
- 6、彩色编码结构光三维检测系统
- 7、中医腧穴智能识别系统
- 8、空地目标探测系统与装备
- 9、“广武天眼”碳排放智能检测装备与服务平台
- 10、自动化生产线产品质量智能检测系统
- 11、基于国产处理器和操作系统的万兆级单向导入设备
- 12、一种离子凝胶基有机电化学晶体管及其制备方法与应用
- 13、AWG芯片热电温度控制器
- 14、基于表面等离子激元的带通滤波器设计方法及滤波器
- 15、通信信号分析与盲处理平台
- 16、美钥码技术体系与公共服务平台
- 17、新型智能阀门定位器
- 18、物流集散中心风险感知与立体FK技术及应用示范（编号2018YFCXXXXX03）
- 19、临床大数据标准化处理与分析工具软件
- 20、基于多模态数据的肺结节智能筛查与诊断系统
- 21、多模态协同驱动的老年人平衡功能评估设备与预警平台
- 22、电子处方审核与流转平台
- 23、一种多模态多目标的路径规划算法
- 24、复杂作业调度指控电子沙盘系统
- 25、基于知识图谱和多模态大模型在医学影像报告生成技术
- 26、历史城镇可持续社区保护管理BIM+GIS平台
- 27、列车驾驶员行为分析系统
- 28、数字孪生驱动的远程机器人集群控制系统
- 29、人机融合智能增强外骨骼系统

## 1、医用红外热成像系统

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：常用医学影像检查有 X 光、CT、核磁共振和超声成本较高，多在大中型医院布设，许多疾病难以在早期发现。

本项目基于深度学习、红外热成像、互联网等技术，研发了一套低成本、高分辨率医学红外热成像设备，设计了一种基于人工智能的辅助诊断模型，并搭建了一套智能云平台，用于疾病风险智能筛查、人体健康状态评估。红外热成像分辨率 1280\*1024 和 640\*480 两种，测温精度±0.2℃，温度分辨率 0.025℃，部分疾病早期诊断精度达 90%以上，其中心脏病检测准确率高达 95%。该系统可在医院、诊所、体检机构得到广泛推广和应用，能够实现低成本医学影响检查，市场潜力巨大。

应用情况：

应用场景：①在城市内众多的社区卫生服务中心投放便携式医学红外检查设备和迷你红外检查设备；②在部分体检机构，可布设高分辨率、高精度红外热成像系统，利用红外热成像技术采集人体的全息红外数据，并将其上传至云端。上述两个场景均可通过网络发送数据至云诊系统，由云端深度学习模型进行评估，出具检查结果，并给出相应的建议。

应用合作情况：目前已经与在郑州市第九人民医院开展了应用。

效益分析：目前项目技术研发已基本完成，开发样机在相关医疗机构开展了应用。该系统均很好的满足了当前实际与未来发展趋势的要求，具备广阔的市场前景。

1.销售：（移动型-低分辨率）设备销售价格：目前市场价在 10万元，成本在 3.5 万元；（基础型-高分辨率）设备销售价格：目前市场价在 40 万元，成本在 15 万元；

2.租赁：河南省二类收费标准：10 元每部位检查项目区分：（头部，心脏、消化系统、呼吸系统、运动系统、循环系统、泌尿生殖系统、乳腺甲状腺、中医体质辨识、亚健康中医辨证）平均每次检查以 10 个部位/人次以每天 40 例，每月 22 天计算、一年的收益如下；100 元×40 例/天×22 天×12 月 = 1056000.00 元/每年。



## 2、新一代人工智能医学影像存储与传输系统软件（简称：AI-PACS）

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：项目围绕阅片刚需 PACS 关键技术进行创新，获发明专利授权 8 项，计算机软件著作权 15 项，发表 SCI/EI 收录论文 30 篇，其中中科院 1 区/2 区国际权威期刊论文 15 篇。利用河南医疗数据大省优势，研发成功新一代 AI-PACS，获得了河南首家医疗器械独立软件注册证（豫注准 20212210169.），实现了领域内国外“卡脖子”技术产品的国产替代。核心成果包括：

1. 发明了自适应医用图像增强处理的方法，实现了普通显示屏上的高清显示，大大降低了设备配置成本。

2. 发明了多模态数据智能标注技术，形成了多模态专病数据库构建软件，实现了多模态医疗数据的智能标注及资产化。

3. 率先提出了多模态医疗数据融合的精准分类算法，构建了“刚需阅片必备 PACS+三维重建+大数据 AI”的一体化技术体系。

应用情况：项目产品属于医疗信息化和医疗人工智能领域，可用于提升医疗大数据衍生价值和临床影像诊断效能。

1. 用于为研究型医院构建多模态专病数据库，实现数据获取/分析/应用一体化闭环，支持开展人工智能临床应用研究。

2. 用于为医疗机构构建院级 PACS 阅片环境，满足其所有与医学影像相关的各类应用需求，包括为放射科、超声科、内窥镜室和病理科构建“软读片”日常阅片诊断环境；支持临床科室（非影像科室）进行影像浏览和辅助临床治疗等。

3. 用于支持构建由政府主导区域影像诊断中心公共平台，促使影像检查数据共享，避免重复检查，利用大数据人工智能技术，提升影像诊断的准确性和效率，以推动我国医疗服务水平的提升和可及性。

效益分析：项目成果自 2016 年开始推广，已经在郑州大学第一附属医院等进行了落地应用，实现销售收入 1000 余万元，未来对促进新质生产力的快速发展，实现健康中国“2030”的宏伟目标作用重大，社会效益显著。

## 3、类球形水果采摘及分拣机器人

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本项目研发了一款基于柔性仿人手爪和视觉算法的类球形水果采摘与分拣机器人，专为解决传统采摘机器人速度慢、果实损伤率高及适应性差的问题而设计。机器人集成履带式运动平台、双目深度相机、柔性机械臂及分拣系统，具备自动定位、精准采摘与分拣功能，适用于苹果、芒果等多种类球形水果。其主要技术指标包括采摘速度 2 秒/果实、果实损伤率低于 5%，技术创新点体现在柔性仿人手爪采用硅胶软执行器与弹簧钢片设计，实现变刚度抓取，显著降低机械损伤；结合 YOLOv5 与 SGBM 算法进行目标识别和遮挡环境下的精准定位；通过输送管道连接采摘与分拣系统，实现高效一体化操作。该机器人不仅提升采摘效率，显著降低人工成本，还助力现代农业机械化发展，契合“中国制造 2025”战略需求。

应用情况：本项目研发的类球形水果采摘与分拣机器人应用于苹果、柑橘等水果种植园的采摘与分拣实验作业，重点服务于现代农业机械化需求的种植基地及农产品加工企业。在实际测试中，机器人表现出精准定位果实、无损采摘和高效分拣的能力，能够适应复杂遮挡环境和多种果树类型，显著提升作业效率并降低人工依赖。目前，项目处于功能验证与技术优化阶段，已在果园完成多次试运行，取得了阶段性成果。团队寻求进一步合作模式，计划在技术完善后推进规模化生产和市场化应用，助力农业现代化进程，为产业升级和农民增收提供技术支持。

效益分析：本项目研发的类球形水果采摘与分拣机器人预期效益显著，能够有效解决传统人工采摘方式中效率低、果实损伤率高等问题。通过高效的采摘与智能分拣功能，该机器人能够显著提升农业生产效率，同时降低果实损坏率，预计商品率可提高 5% 以上，满足大规模农业生产对高效、精细化作业的需求。该设备适用于果园、农业合作社和智慧农业基地等多种场景，支持全天候作业，大幅减少对人力的依赖，缓解季节性劳动力短缺的矛盾。此外，机器人的模块化设计和良好的兼容性使其易于推广和维护，具备广泛的应用潜力。本项目的推广应用将助力农业现代化转型，不仅提升经济效益，还将优化农业生产模式，为实现智能化、绿色化农业发展目标提供有力支撑，进一步促进农业可持续发展和乡村振兴。



## 4、基于人工智能的医用红外热成像辅助诊断系统

所属院系：郑州大学洛阳产业技术研究院

**成果简介：**本项目成果为基于人工智能的医用红外热成像辅助诊断系统。其功能用途广泛，可实现人体穴位自动化检测与疾病预测，适用于医院临床诊断、体检中心筛查及基层医疗服务等场景，为医生提供精准诊断辅助。

本项目研发的高清医用红外设备基于单颗 FPGA 芯片，实现高效图像传输与处理，具备高分辨率、低成本特性，温度和空间分辨率优异，能敏锐捕捉体表微小温度变化；所构建的大数据集经严格处理与标注涵盖多种疾病、年龄段数据；人工智能学习模型融合多种先进模型优势，如 LSTM 等，疾病分类诊断准确率超 90%。

技术创新点与优势显著，创新融合人工智能与红外热像技术，填补行业空白；多模型融合策略突破单一模型局限；在设备研制、数据集构建及模型训练等方面成果突出，有效提升疾病早期诊断率，缓解医疗资源不均，推动医用红外技术进步，助力医疗行业智能化发展，具有广阔应用前景与市场价值。

**应用情况：**本项目在多个应用场景中展现出重要价值。在医院临床诊断科室，作为辅助诊断工具，助力医生提升对炎症、肿瘤、血管疾病等的诊断准确性与效率；体检中心利用其进行早期疾病筛查，挖掘潜在健康隐患；社区卫生服务中心及农村巡游医疗车为基层医疗提供支持，增强基层医疗服务水平。

本项目已与郑州市第九人民医院紧密合作，采集 2000 名受试者资料用于数据集构建，为算法训练提供有力数据支撑。同时，积极与光学元件供应商建立长期合作关系，保障设备生产所需元件供应，降低成本。

目前项目正稳步推进成果转化。通过研发高清医用红外设备、构建大数据集、探索有效人工智能学习模型及搭建系统平台等工作，已在部分试点医疗机构进行试用，收集应用反馈与临床验证数据，为后续大规模推广应用奠定基础，有望在医疗领域广泛应用，实现疾病早期发现与精准诊断，推动行业发展。

**效益分析：**本项目投入主要集中在设备研发、材料采购、人力和测试化验等方面。预计总投资 1000 万元自筹资金。本产品产出效益显著，经济效益上，预计累计销售额不低于 2000 万元，通过设备销售与技术服务盈利。社会效益方面，可实现疾病早期发现，降低医疗成本，缓解医疗资源不均，为基层医疗助力，提供“未病”预警。技术上建立自主知识产权数据集推动医用红外领域进步。人才培养上，培养大量专业人才增强企业竞争力，促进技术、产品和服务创新，提升企业运营效率与市场适应能力，投入产出比可观，有望带来多方面积极影响。

## 5、全年龄多模态智能机器人助理

所属院系：物理学院、中原之光实验室

**成果简介：**全年龄多模态智能机器人助理融合了自然语言处理、机器视觉、语音识别等先进技术，实现了与用户的自然流畅交互。其功能用途广泛，可应用于家庭服务、教育辅导、医疗健康、企业办公等多个领域，提供个性化、智能化的服务体验。机器人助理具备高准确率的语音识别与合成能力，意图识别准确率超过 90%。同时支持多模态输入与输出，如语音、文字、图像等。技术创新点在于其多模态融合技术，能够更全面地理解用户需求，理解用户情感，提升交互体验。

该机器人助理的优势在于其全年龄段的适应性，无论是儿童、青少年还是成年人，都能轻松使用。此外，其高度的智能化与个性化服务，也为用户带来了前所未有的便捷与舒适。随着技术的不断进步，全年龄多模态智能机器人助理将成为未来智能生活的重要组成部分。

**应用情况：**全年龄多模态智能机器人助理可广泛应用于多个领域。在家庭场景中，它作为智能家居的控制中心，通过语音指令控制家电设备，提供生活服务如烹饪建议、日程管理等。在教育领域，机器人助理成为学生的个性化学习伙伴，提供辅导和答疑服务。在企业办公中，它协助处理文档、安排会议，提升工作效率。此外，在医疗健康领域，机器人助理也展现出巨大潜力，可辅助医生进行诊断、提供康复建议等。

多家科技公司与教育机构、医疗机构等开展了深入接触，共同推进全年龄多模态智能机器人助理的应用。例如，与教育机构合作开发定制化教育课程，与医疗机构合作探索医疗辅助服务，以及与家电企业合作推动智能家居解决方案的落地。随着技术的不断成熟和应用场景的拓展，全年龄多模态智能机器人助理的市场接受度逐渐提高。目前，已有多款机器人助理产品成功试用，并取得了良好的效果。同时，技术成果也逐步转化为实际生产力，推动了相关产业的发展和升级。未来，随着技术的不断进步和应用场景的不断拓展，全年龄多模态智能机器人助理有望在更多领域发挥重要作用，成为智能生活的重要组成部分。



**效益分析：**全年龄多模态智能机器人助理的研发涉及高昂的研发成本、硬件制造费用以及市场推广投入。然而，这些投入为机器人助理的智能化、多功能化提供了坚实基础，确保了其在各年龄段用户中的广泛适用性。

机器人助理的应用带来了显著效益。首先，在教育领域，它提升了学习效率，降低了个性化辅导成本；在家庭服务中，它优化了家居管理，节省了时间和精力；在企业办公中，它提高了工作效率，减少了人力成本。此外，机器人助理的广泛应用还带动了相关产业链的发展，创造了新的就业机会。长期来看，全年龄多模态智能机器人助理的投入将带来持续的高额回报。随着技术的不断成熟和市场的不断扩大，机器人助理的成本将逐渐降低，而效益将持续提升。这不仅体现在经济效益上，还体现在提升社会效率、改善生活品质等社会效益上。因此，全年龄多模态智能机器人助理的投资具有广阔的前景和巨大的潜力。

## 6、彩色编码结构光三维检测系统

**所属院系：**电气与信息工程学院

**成果简介：**功能用途：本成果的应用领域为非接触式光学三维检测，如机械加工产品三维检测、计算机辅助医学、逆向工程、虚拟现实、文物保护和数字时尚等领域。

**技术指标：**测量时间 10 秒（单幅）；单幅测量范围 100mm×75mm-400mm×300mm；测量精度 50um（400mm×300mm）；横向分辨率：0.5mm。

**技术创新点与优势：**研发了一套基于彩色编码的高效结构光三维检测系统。其中，针对彩色结构光检测精度低的问题进行了研究，从光照不均补偿、特征提取方法和误差数据自动识别几个方面提高了检测精度。为了提高彩色编码的可靠性，本项目引入了纠错编码，在保证测量精度的基础上提高了系统测量的可靠性。

**应用情况：**应用场景：大型、高精度高效机加工产品三维检测、文物数字化、数字时尚、虚拟现实应用合作情况：项目组与中铁工程装备集团有限公司签订合作协议，对盾构机刀盘及掌子面进行实时三维检测进行检测。

**效益分析：**结构光三维测量系统以快速、高精度与自动化的特点，能够显著提升工业检测效率及制造品质。其前期投入主要包括硬件购置（投影仪、高速相机等）、软件开发及系统集成费用，以及培训与维护等运营成本。得益于测量过程的无接触、高分辨率和数据自动处理，该系统可大幅缩短检测周期，减少人工误差并提高产品合格率，从而有效降低返工及报废成本；同时还能逆向工程、精密装配及质量追溯提供高价值数据支持。从投入产出比来看，通常可在较短周期内收回成本，并显著提升生产力、减少损耗和缩短研发时间，为企业带来可观的经济回报及持续竞争优势。

## 7、中医腧穴智能识别系统

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：

**功能用途：**中医穴位自动识别与定位；技术指标：能自动实现常用 200 余中医穴位的识别，识别误差（三维定位误差）小于 1cm。

**技术创新点与优势：**本项目提出了一种二维和三维融合的腧穴识别定位方法。设计了一种结合传统中医腧穴理论与关键点检测的自动腧穴定位方法，在确保能够定位到人体常用腧穴的同时有效减轻数据集标注工作量；针对手部和面部目标小、穴位密集、姿态灵活、易受环境干扰等问题，提出一种准确的基于深度学习的二维腧穴检测模型；提出一种基于残差神经网络的结构光条纹质量评价方法，使用该方法可自动识别、删除误差数据，提高数据精度。

本系统通过二维图像和三维点云特征融合的方法实现穴位检测，三维定位最大误差小于 1cm。

**应用情况：**

**应用场景：**本项目成果可广泛应用于中医按摩机器人、理疗机器人、中医教学机器人等产品应用合作情况：团队与上海芯兀极智能科技有限公司签订了技术委托开发合同，目前已经开发了一套多传感融合的中医腧穴定位与指示系统。本项目核心技术还可应用于按摩机器人、针灸机器人等中医理疗智能设备，拥有上亿元的市场潜力。

**效益分析：**可以本技术为依托研发中医按摩、理疗设备，据不完全统计全国有 100 余万家医疗机构和 100 万家中医养生馆，按照 10%进行推广，则有用 10 万套的潜在市场，每套售价 20 万元，潜在市场额可达百亿。

## 8、空地目标探测系统与装备

所属院系：计算机与人工智能学院

**成果简介：**空地目标探测系统与装备由集成了红外、可见光、激光测距仪三种传感原件的探测设备、具备边缘计算能力的智能终端、以及具备自主越障能力的无人车辆平台组成。专为低空小型无人机、无人车、无人艇检测、识别、跟踪而设计。适用于安防监控、物流配送管理、民航安全等多个领域。设备采用先进的计算机视觉、机器学习和无线通信技术，具备高灵敏度、高分辨率和高精度等特点，为低空经济和科学研究提供了强有力的技术支持。空地目标探测系统与装备可解决极小目标（ $\leq 10$  像素点）的检测及跟踪难题，实现远距离小型无人系统的快速发现与自主监测。其中，典型目标探测效果如下：针对大疆精灵，最远探测距离可达 1.2km，针对大疆 M300，最远探测距离可达 1.5km。

**应用情况：**该成果可应用于安防监控、物流配送管理以及民航安全等领域。

1.安防监控：可实时监测特定区域的信息态势，自动识别异常无人装备活动、并进行智能分析，提高区域监控效率的同时减少人力成本和潜在的安全风险。

2.物流配送管理：可辅助交管人员的监控效率，实现无人设备高效、安全的物流配送服务，提高物流配送效率和准确性。

3.民航安全：可部署在机场周边，及时发现并处置非法无人机,降低安全风险，有效预防此类事件，确保航班正常运行。目前该成果已获上海航天技术研究院某项目应用证明。

**效益分析：**预计投入包括设备购置成本 90 万元，二次研发成本 30 万，维护费用 5 万元，总计 125 万元。产出方面，得益于其高精度、高动态、快速实时的特点及其配备的智能化算法，该成果能有效提升探测准确性，实现对低空弱小目标的检测、跟踪、识别等功能，可广泛应用于机场、高铁沿线、高压输电塔、军事管理区等明确的低空飞行器禁飞区周边，执行警戒和反制等任务。在市场份额方面，空地目标探测系统与装备目前尚处于市场初期阶段，具有较广阔的应用场景和市场。



## 9、“广武天眼”碳排放智能检测装备与服务平台

所属院系：计算机与人工智能学院

**成果简介：**“广武天眼”集高空瞭望侦测与智能分析于一体，旨在通过视频实现城市全天候动态监控和预警。该系统由负责视频采集的高空设备和执行自动智能分析、拍照及录像取证的中心端设备组成，能有效识别并记录环境违法行为。该系统在场景违法行为分类准确率、违法目标定位交并比、实例分割精确度等指标均超越了相关部门的标准。相较于传统的人工巡逻和抽查方式，“广武天眼”显著减少了人力和时间成本，实现了智能化、自动化、全面化的监控和预警。该系统利用高空瞭望侦测和智能分析系统，提供了更高效且有针对性的环境污染治理方案，不仅提高了环境管理效率，还为各地生态环境的改善和管控提供了强有力的技术支持，对推动环保工作有着深远的意义。

**应用情况：**“广武天眼”是面向大气污染防治的高空瞭望与智能监测分析系统，面向城市全天候动态监控和预警，具备高精度场景识别与定位能力，可实现环境违法行为的自动搜索、发现、记录和报告，为环境管理提供技术支撑。“广武天眼”已经在河南省郑州市、安阳市，无锡泰兴市部署运行，积累万余例环境违法数据，即将在全省乃至全国推广使用。

**效益分析：**“广武天眼”的研发前后共投入 7 人，4620人时，核心技术骨干包括 3 名硕士，1 名博士，1 名教师。该系统产出 4 项发明专利、多篇国内外高质量论文、带动 215万相关项目经费，实现 XX 万转化收入。目前“广武天眼”已经在河南省郑州市、安阳市，无锡泰兴市部署运行，经过实践检验获得相关部门认可，即将在全省乃至全国推广使用。此外，该课题支撑了 2 名本科生、2 名硕士生到 985 高校继续深造，为国家培养了相关技术人才。

“广武天眼”系统主要投入包括高空瞭望设备、智能分析中心端设备的采购与安装，以及系统运行维护成本。初期投资较大，但其产出效益显著，长远来看具有极高的性价比。

环境治理方面，“广武天眼”大幅提高了违法行为的发现率和处理效率，减少了环境污染事件的发生频率，使得环境治理更加针对性和高效性。相较于传统人工巡逻，“广武天眼”极大地节省了人力物力，降低了运营成本。经济效益方面，“广武天眼”有助于减少因环境污染导致的企业整改成本和社会经济损失，同时促进了绿色经济的发展。社会效益方面，可促进生活环境的清洁度、健康度，提升了公众满意度。

## 10、自动化生产线产品质量智能检测系统

所属院系：物理学院

**成果简介：**产品质量检测系统，对工业领域的元件表面检测具有普适性，可以实现不同材质产品的快速、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质量检测中，可以实现不同材质物体表面及结构尺寸的快速、准确检测，为筛选瑕疵产品、把控产品质量提供了新方法。本系统已经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。



## 11、基于国产处理器和操作系统的万兆级单向导入设备

所属院系：网络空间安全学院

**成果简介：**本项目基于国产处理器与操作系统，打造万兆光闸单向导入设备，实现新型网络边界安全防护、高可靠性数据流传输等功能，核心组件完全自主研发，有效降低对外部技术的依赖性，极大增强国家信息安全的防护能力及关键技术的自主可控性。该项目创新点包括：基于国产处理器与操作系统、异构数据流高效传输与融合、高可靠性安全传输与控制、双机热备数据协同校验、用户行为数字孪生模型构建与可视化等。设备具备万兆级传输速度，广泛适配多种业务场景，支持丰富的文件及应用协议类型，集成多重安全防护机制，提供实时热备与秒级恢复能力，采用专用隔离硬件设计，并以用户友好、操作简便的界面方便用户的使用。

**应用情况：**基于国产处理器和操作系统的万兆级单向导入设备，适用于在政府机构、公检法系统、医疗卫生、能源行业及企业等多种场所的高安全级别网络与其他级别网络之间进行部署，提供高效、安全的数据交互保障。目前，团队研发的单向导入设备（千兆级），已完成与山东首瀚信息科技有限公司的成果转让。同时，团队承担的国家保密局“揭榜挂帅，赛马争先”项目，郑州大学网络安全隔离与信息单向导入设备（万兆级）在全国 23 家送检单位中脱颖而出，成为首批经国家保密科技测评中心检测通过并获得《涉密信息系统产品检测证书》七家单位之一。研发过程中团队成功获得 2 项国家发明专利授权，并将新增 1 项国家发明专利（受理）。该项成果的转让工作正在进行之中。

**效益分析：**

1.前期研发的千兆级单向导入设备已成功转让给山东首瀚信息科技有限公司，万兆级单向导入设备的转让工作也在积极的推进之中，初定的技术转让加三年产品迭代服务的费用为 1050 万元，将获得显著的经济效益。随着国内市场的相关安全产品国产化替代趋势的不断深入，该设备将实现规模化生产和销售，从而激活相关产业链，稳定并扩大上下游就业。

2.项目团队在国产操作系统和处理器基础上开展单向导入设备的研发工作，遵循国家安全标准生产出具有自主知识产权的网络安全设备，在完成国产化替代工作的同时能有效防止外部攻击和数据泄露，实现该领域信息安全整体可控，提升国家信息安全水平，实现显著的社会效益。

## 12、一种离子凝胶基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：**本产品开发了一系列新型离子液体凝胶，能够兼容多种印刷工艺并与晶体管器件完美集成。

本发明创新点如下：

1.本发明制备的有机电化学晶体管使用离子凝胶作为介电层，该离子凝胶材料具有优良的力学性能、离子电导率、电化学稳定性、热稳定性和非挥发性，解决了现有技术中液态电解质带来的存储不便与应用问题。

2.与传统的有机电化学晶体管的制备相比，本发明提供了一种全印刷有机电化学晶体管的制备方法，克服了传统制备方法中水系电解质长期稳定性差，需要绝缘层来固定以避免其与源漏极接触产生寄生电流的问题。不仅实现了有机电化学晶体管的全印刷制备，还具有原料价格低廉、绿色环保、制备工艺简单的优点，而且制备的有机电化学晶体管具有优异的柔性与良好的电化学特性，适合于柔性电子的大规模集成。

**应用情况：**离子凝胶是一类由离子液体作为离子供源的聚合物网络，由于离子液体的室温零挥发、高度热稳定、宽电化学窗口、优异的离子电导率等优势激发了科学界与产业界的广泛关注。因而，离子凝胶能够作为有机电化学晶体管的介电层能够对其沟道实现有效、稳定的电化学掺杂。通过印刷工艺不仅能够实现离子凝胶层的精准加工，也为有机电化学晶体管的大面积制备与集成提供了有效的解决方案。然而，当前无论学术界还是产业界未有报道离子凝胶基电化学晶体管的开发及其全丝网印刷制备的实现。因此，本专利旨在占领相关技术高地，并为后续技术提供奠基性支持。

**效益分析：**传统的有机电化学晶体管由于需要水溶液电解质参与，往往难以实现长时间稳定操作，其制备也严格依赖于大型光刻设备以实现微纳图案化加工，导致此类器件的制备成本居高不下，难以实现基于该晶体管技术的商业化。目前所研发的离子液体凝胶体系，其原材料如丙烯酸、丙烯酰胺、离子液体等价格低廉，丝网印版的成本也很低且可在冲洗后反复使用，因此离子凝胶基电化学晶体管的综合生产成本也能够控制在很低的范围，但基于此类器件开发的医疗电子传感器及低功耗逻辑电路等具有较高的附加值，如能商业化运行则具有极高的商业价值。

## 13、AWG芯片热电温度控制器

所属院系：力学与安全工程学院

**成果简介：**建立了有热 AWG 器件的多物理场模型，对方形 TEC 的形状进行了优化，设计并小批量制造了与 AWG 芯片形状相符的随形 TEC，作为温度控制器应用于 AWG 光通信器件。实现降低有热 AWG 芯片的工作温度，减少目前所使用 PTC 温控器的能耗。同时可以通过加热和制冷实现 AWG 芯片的精确控温，解决了 AWG 芯片波长偏移的问题，大大提高 AWG 芯片的成品率。

**应用情况：**阵列波导光栅（AWG）由于其高通道数量、低插入损耗、器件尺寸小及良好的兼容性，在高速光纤通信网络、光纤传感等领域得到了广泛应用。然而，由于 AWG 芯片存在较强的热光效应，环境温度的变化会使中心波长的实际值偏离设计值，严重影响光通信系统的性能。为了拓宽有热 AWG 芯片的温控器的控温范围，提高环境温度适应性，同时降低有热 AWG 芯片的工作温度，节约能源，本项目基于热电制冷技术，设计了适用于有热 AWG 器件的热电温控器。已经与河南冠晶半导体科技有限公司合作小批量验证。

**效益分析：**本项目瞄准产业痛点问题和国家战略需求，另辟蹊径，研究开发用于 AWG 芯片控温的半导体热电材料温度控制器与封装技术，可大幅降低生产成本，提高其力学性能，实现国产替代进口产品。同时可以通过加热和制冷实现 AWG 芯片的精确控温，解决了 AWG 芯片波长偏移的问题，大大提高 AWG 芯片的成品率。提高单模光纤与 PLC 器件封装效率15%以上，创造经济效益 1000 万。

## 14、基于表面等离子激元的带通滤波器设计方法及滤波器

所属院系：电气与信息工程学院

**成果简介：**本成果提供了一种基于表面等离子激元的带通滤波器，旨在实现滤波器的小型化和频段可控性。其技术指标显示，该滤波器尺寸比传统滤波器减小 40%，工作频段灵活可控，最小插入损耗达 0.6dB，且具有良好的频率选择性和带外抑制效果。技术创新点在于采用三叉戟型表面等离子激元单元结构设计，相比传统矩形表面等离子激元单元结构，可以显著减小滤波器尺寸。同时，三叉戟型表面等离子激元具有不同长度的枝节，使得设计的滤波器工作频段具有更灵活的可控性。这些优势使得该滤波器在性能上更加优越，具有广泛的应用前景。

**应用情况：**本成果设计的带通滤波器可以在无线通信、雷达探测、卫星通信及物联网等领域发挥重要作用。其小型化设计和灵活的频段可控性使得该滤波器能够满足现代通信设备对滤波器尺寸、重量及性能的高要求。随着 5G、6G等新一代通信技术的不断发展，对高性能滤波器的需求将持续增长，该滤波器有望在这些新兴领域中得到广泛应用。此外，我们也在积极探索与其他行业的技术融合，以拓展该滤波器的应用范围。

**效益分析：**在投入方面，主要涵盖研发阶段的人力、物力及财力投入，包括实验设备的购置与维护、原材料采购及生产成本等。随着技术的成熟与市场的拓展，我们预期该滤波器将带来显著的产出回报。一方面，通过销售高性能滤波器产品，实现直接的经济收益；另一方面，通过技术授权与转让，形成持续的利润增长点。同时，该滤波器的成功研发也将提升企业的技术实力与品牌影响力，为企业的长远发展奠定基础。综合考虑，该滤波器的投入产出比高，具有较高的经济效益与社会效益。



## 15、通信信号分析与盲处理平台

所属院系：电气与信息工程学院

**成果简介：**针对卫星、短波、超短波、微波等各频段，澄清调制信息、编码信息、负载信息等各阶段规格，提取物理层、链路层、IP 层等各层协议信号参数和特征，解决突发、多路、残缺、混合、密集、微弱、多类型、多变信号的检测、分析、实时接收与盲处理问题，实现卫星、短波、超短波频段的频谱感知与目标识别。

**应用情况：**目前该平台已经在各个军工科研一线单位进行了广泛的应用，取得了不错的反馈效果，获得了甲方一致的认可，累计签订了 1000 万左右的项目额。

**效益分析：**该平台具有广阔的应用前景，可形成较为可观的经济价值，潜在需求方有国家电磁频谱监管部门、国家安全部门、政府机关、移动运营商、院校科研研究所等。该项目的顺利实施可推动我国在通信工程、电子制造等领域的产品孵化，同时可以增强国家无线电频谱动态应用和管理的精细化、智能化水平，此外为保证国家电磁频谱空间安全提供坚强护盾。

## 16、美钥码技术体系与公共服务平台

所属院系：计算机与人工智能学院

**成果简介：**本成果由郑州大学、中原大地传媒股份有限公司联合建设，以“美丽安全的二维码，连接移动互联网的视觉域名”——美钥码技术作为底层依托，基于国产鲲鹏生态，构建了涵盖编码制作、视觉优化、防伪溯源、安全监测、大数据分析等功能的公共服务平台。首创视频美钥码，打造“GIS+电子屏+视频美钥码+区块链”码上新基建，在完全兼容传统二维码解码器的基础上还具备“自动视觉优化、主动安全防卫、云端数据挖掘、关联链接可控、一码复用多能、识别精准快速”的特色优势和创新技术体系，推动“自主、安全、规范、可控”的国产全自主产权二维码产业生态规范化发展。

**应用情况：**新冠疫情期间，依托本成果构建了“美钥码通行证，扫码时空留痕，数据一人一档”的人员流动智能精准管控平台与装备，首创人码比对“扫码+扫脸”无接触双验证，实现了美钥码出入权限动态管理、自动测温上传、闸机联控等多功能一体化通用精准管控解决方案。2020 年 3 月 17 日，河南省卫生健康委员会与大数据管理局联合印发《河南省“健康码”使用管理办法》，宣布河南全省线下部署“美钥健康码”，通过扫描美钥码实现信息填报、大数据分析、时空移动轨迹追溯等重要应用。此外，本成果在数字出版传媒、产品防伪溯源、电子商务等多种重要场景应用落地，并可作为应对未来各类新发突发重大应急事件的平战结合信息化基础设施建设。

**效益分析：**本成果收入主要来自美钥二维码使用权发放、美钥码编码生成发放、美钥二维码图书出版销售、美钥二维码音像制品销售、美钥二维码商业宣传等广告收入。美钥二维码使用权发放收入主要指向企业、机构或个人用户提供美钥二维码技术及相关服务的使用许可，包括静态码、动态码以及加密二维码的定制化解决方案，以满足不同应用场景的需求。美钥码编码生成发放收入则来源于为用户生成专属美钥码的服务，涵盖批

量生成、高安全性编码以及实时动态更新功能的提供，广泛应用于产品溯源、市场推广和数字化信息管理等多个领域。美钥二维码图书出版销售收入主要指在图书中的应用，就是“移动互联网+图书”，与二维码技术结合再创造的科技、专业、大众读物等各个类型的读物。美钥二维码音像制品销售收入指下载并共享资源，应用于辅助教学、科普、展览展销、广告营销及互动交流等各个方面的手机应用销售。美钥二维码商业宣传销售指美钥二维码应用与实物结合的新型产品的销售，宣传并吸引用户消费。预计项目建成后每年的收入为 2000 万元，年利润为 300万元。

## 17、新型智能阀门定位器

所属院系：物理学院

**成果简介：**通过研究工业用阀门和阀门定位器的数学模型、系统辨识算法、控制方法等，开发实现了新一代的智能阀门定位器，其具有自校准、自适应功能，可实时调整控制参数，可实现阀门开度的精确控制，其控制精度可达 0.1%。长期运行无震荡、超调，其控制精度和稳定性不输国内外同类产品，又具有智能的故障诊断功能，可对阀门进行故障诊断及预诊断，方便工程使用。

**应用情况：**阀门定位器作为一种工业通用产品，应用于需要阀门开启、关闭及精确定位的各种场合，应用非常广泛，需求量很大。本项目组已和国内的阀门企业长期合作，共同研发阀门定位器，目前已有一款产品定型，进入小批量试产阶段，并对某些场合进行了试用，已验证产品稳定性。

**效益分析：**项目前期投入 30 万元，经过 3 年的研发，已有一款产品定型，并小批量试产。阀门定位器售价一般为硬件成本的 4 倍以上，且作为一种工业通用品，具有可观的经济效益。2023 年，全球气动阀门定位器市场规模估计约为44 亿元人民币。从 2019 年到 2023 年，该市场年复合增长率(CAGR)保持稳定。预计气动阀门定位器市场将继续保持平稳的增长态势。根据预测，到 2030 年市场规模有望达到 60 亿元人民币。从现在起到 2030 年的六年里，市场年复合增长率预计将达到 4.6%。具有广阔的市场前景。



## 18、物流集散中心风险感知与立体 FK 技术及应用示范

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 and 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。

## 19、临床大数据标准化处理与分析工具软件

所属院系：电气与信息工程学院

**成果简介：**医疗大数据和人工智能（AI）是助力实现精准医学的重要一环。本产品针对目前临床多模态数据整合与新价值挖掘难题，产、学、研、用紧密结合研发成功了临床大数据标准化处理与分析工具软件，该产品可以与医院PACS、HIS、 LIS 等医院业务系统对接，自动化特定肿瘤的专病数据采集，一体化整合临床科研常用统计分析和深度学习工具集，实现了临床数据获取/分析/应用一体化闭环，支持开展人工智能临床应用研究。其技术特点是解决了临床研究人员缺乏基于R语言的统计分析工具和深度学习临床应用研究工具问题，设计并实现了三维医学影像（CT/MRI）中病灶的分割标注模型，并应用于了肝肿瘤智能分割标注系统。开发了一款无需学习编程语言，可以进行统计分析、深度学习模型优化和临床大数据处理与分析的科研支持工具软件。

**应用情况：**本软件为临床医生提供一整套简化的统计分析与深度学习工具，旨在帮助高效处理和分析医学大数据。医生可利用统计分析模块评估患者各项指标，快速识别疾病风险和发展趋势，从而制定个性化治疗方案。软件已与多家医院和科研机构合作，提供定制化的数据分析服务。通过与医学影像数据的深度融合，软件能将DICOM 格式影像自动转换为深度学习可用的 nii.gz 格式，推动医学影像分析在临床中的应用。

此外，软件的深度学习模块已协助多家医疗机构开发智能标注模型。未来，软件将持续优化算法与功能，推动精准医疗和智能决策系统在临床中的广泛应用。

**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。

## 20、基于多模态数据的肺结节智能筛查与诊断系统

所属院系：电气与信息工程学院

**成果简介：**低剂量 CT（LDCT）扫描是发现早期肺癌的重要手段，可使肺癌死亡率降低 20%。然而，随着医学影像数据超高速增长，放射科医师缺口严重。仅依赖放射科医生进行诊断，极易因疲劳等主观因素出现漏诊或误诊。本成果针对现有肺结节筛查与诊断产品大多是基于单模态 CT 影像设计的传统深度学习算法，其诊断准确性不足问题，利用体检人群真实世界临床多模态数据，设计了一种肺结节智能筛查与诊断系统，为医生提供客观、准确的 AI 辅助肺结节筛查与诊断。其主要功能包括：肺癌多模态数据库管理、医学影像查看、肺结节智能筛查精细分级诊断、人机交互和诊断报告生成。该系统技术特点是支持本地和远程两种诊断模式。通过利用独自发明的多模态智能标注和基于多模态特征融合的肺结节智能分级方法，实现了早期肺结节自动检测与按照 Lung-RADS 分级标准的肺结节恶性度细粒度四分级。可以辅助医生科学评估及处理肺结节，避免肺癌延误诊断或过度诊断，在实现医疗资源合理配置的同时，达到患者利益最大化。

**应用情况：**该系统已经与多家医院进行合作，在郑州大学第一附属医院、郑州大学第五附属医院进行临床试验评价。

未来将与更多医疗机构进行合作，依托医院海量数据，提升模型性能，丰富系统功能。

**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。

## 21、多模态协同驱动的老年人平衡功能评估设备与预警平台

所属院系：计算机与人工智能学院

**成果简介：**项目针对我国老年人跌倒难预测，失衡特征复杂多变的难题，突破了穿戴式多模态生理信号协同感知、知识引导的跨群体平衡功能评估、数据与知识驱动的老年人失衡计算模型，构建了首个面向老年人平衡能力分析队列数据，研发了智能感知与实时分析一体化平衡能力评估框架，授权发明专利 2 项，软件著作权 3 项，在郑州大学第一附属医院实现临床应用，项目成果支撑我国主动健康与老龄化科技应对。

**应用情况：**该平衡能力评估系统主要应用于：① 老年人跌倒风险评估，实时监测并评估个体平衡能力，为老年人健康管理提供科学依据；② 老年人群体的健康筛查，支持大型社区和养老机构对老年人进行定期的平衡能力评估，及时发现潜在风险；③ 通过数据积累和历史评估，生成案例库和经验库，为医生提供参考数据，辅助诊断和治疗方案的制定；④ 为老年人群体的运动康复训练提供个性化方案，提升康复效果。该系统可广泛应用于养老院、医疗机构、老年人健康管理平台、社区健康服务中心等场所，帮助老年人有效预防跌倒风险，提升生活质量。同时，随着技术不断优化，系统也可扩展应用于疾病预防、智能穿戴设备、家庭护理等多个场景，为我国老龄化社会提供创新的解决方案。

**效益分析：**多模态协同驱动的老年人平衡功能评估设备与预警平台通过融合步态分析、压力分布测量和人工智能算法，实现对老年人平衡能力的精准评估和早期预警，具有显著的医疗、社会和经济效益。在医疗方面，平台可早期识别平衡功能障碍，提供个性化干预方案，降低跌倒率并提高诊疗效率；在社会层面，平台有助于提升老年人生活质量，减少医疗和护理负担，推动智慧养老产业发展；经济上，通过降低跌倒相关医疗成本和开拓健康管理服务市场，展现广阔商业潜力。同时，设备集成了多模态数据技术，促进 AI 算法优化和高质量数据积累，助力智慧医疗技术迭代。尽管面临技术普及、隐私保护和多学科协作成本等挑战，该平台仍凭借其创新性和实用性，为老龄化社会的健康管理提供了高效解决方案。



## 22、电子处方审核与流转平台

所属院系：第一临床医学院

**成果简介：**按照“构建 1 套系统、共享 1 套数据、通用 1 套规则、服从 1 套管理”的原则，根据不同用户的需求，对一定范围内的所有机构统一部署一套电子处方智能应用平台，由该区域的中心监管部门统一管理相应权限，数据实时统一，避免重复安装，为该区域内的医疗机构提供全面的前置处方审核服务。平台采用 B/S 结构模式和互联网分布式架构开发，模块化程度高，并能够根据药师具体实际要求进行个性化设置。平台基于药品说明书、药品临床应用指导原则、临床诊疗指南、医学文献和经典药理学专著等丰富医学知识库构建审方规则库，支持从适应证、禁忌证/慎用证、用法用量、重复用药、相互作用、配伍禁忌、特殊人群和药物过敏等多个维度对电子处方进行合理性评估，实现不合理处方的秒级响应和实时预警。

**应用情况：**电子处方审核与流转平台适用于门急诊业务、住院业务、互联网医院业务等业务场景，支持药师在处方调剂、发药前完成处方的审核工作。平台集成了丰富的用药数据，包含西药/中成药数据 19.7 万条、中草药数据 3522 条、处方审核规则 16.4 万条。平台于 2024 年 9 月 1 日正式启用，截止目前，已成功对接郑州大学第一附属医院 1 家医院，累计审核处方 250 张；上线过程中累积匹配西药/中成药药品 853 条，累积匹配中草药药品 427 条。平台已完成响应成果转化，通过与华润医商集团展开合作，旨在充分发挥资源整合与技术优势，实现电子处方审核平台业务模式的创新升级，助力智慧医疗与健康服务的全面发展。

**效益分析：**该项目实现了对处方的合理性评判从事后点评走向事先干预的新模式。通过部署一套电子处方审核与流转平台，为该区域内的医疗机构提供全面的前置处方审核服务，通过建立并遵循同一套审方标准和同一个质量管理体系，能够更加有效、快速地提升医疗机构的审方能力，体现专业技术价值，促进药学服务模式转变。通过智能化技术资源共享，有效减少了药师重复劳动，提高本区域内药事服务水平。通过实现同质化质量管理体系，避免患者不必要的重复用药、无适应症用药，降低用药错失及不良反应的发生率。同时，基于该平台，患者和基层的药学工作者将得到全方位的药学专业指导，促进了优质医疗资源下沉。

## 23、一种多模态多目标的路径规划算法

所属院系：电气与信息工程学院

**成果简介：**提出一种基于 Dijkstra 算法的多模态多目标的路径规划算法，该算法可以快速针对多模态多目标路径规划问题进行规划，找到满足问题要求的多模态最优解集。在帮助决策者决定带有偏好性的解决方案，以及减少交通拥挤，提高人们日常出行效率具有较大的意义。

**应用情况：**项目可应用于城市交通，农机作业路径规划，芯片铺设方案规划等场景，为决策者提供多组可行方案，可提交效率并节约成本。

**效益分析：**已和轨道交通公司进行合作，且在农机路径调度中进行尝试，在芯片设计中进行探索，如取得应用将产生较大经济和社会效益。

## 24、复杂作业调度指控电子沙盘系统

所属院系：计算机与人工智能学院

**成果简介：**针对复杂作业流程、资源约束、人员环境极其复杂的特点，本项目采用电子推演沙盘技术实现作业高效仿真推演。项目突破了复杂作业态势感知、虚实融合可视分析、人机协同高效决策等关键技术，研发了多人机协同交互推演框架，研制了“后端超算计算+前端可视修正”的人机融合电子推演沙盘系统。复杂作业中路径规划需要依靠人机协同决策，采用“人的经验+路径规划智能算法”的方式，结合人机交互过程中可感知的全面态势信息，完成人机协同的复杂作业中的群体运动的仿真推演。

**应用情况：**以航母航空保障作业的全流程推演需求为核心，采用混合现实技术，构建了一个面向船面流程推演的电子推演沙盘系统。该系统集成了保障实体的识别与跟踪、态势信息的叠加呈现、人机交互、路径规划、数据通信等多个模块，旨在实现航空保障作业的仿真推演。电子推演沙盘主要用于①调度、路径规划、空间布局等方案的验证；②特情处置，临场的决策；③通过不同方案的推演执行获得大量历史数据，将交互过程脚本化存储，实现推演回放，进而形成案例库、经验库、知识库；④指挥员的指挥训练。研究成果已在中船系统工程研究院完成部署应用。

**效益分析：**该项目在未来可以应用与军事指控，应用本项目的方法可以对复杂群体的行为进行建模，具体应用于航母航保作业复杂群体运动态势的预测，用于推演方案的验证，一旦发现突发状况可以重新调整作业方案，防止意外事件的发生。除了航母航保作业场景，电子推演沙盘还可以应用于交通管控（包括信号灯布控、道路管制等）、无人车集群调度管理、矿山态势感知与生产调度、生产调度与巡检、民航调度、地铁运行调度、反恐、应急救援等场景。

## 25、基于知识图谱和多模态大模型在医学影像报告生成技术

所属院系：计算机与人工智能学院

**成果简介：**本项目针对医学影像报告的专业性与准确性需求，研究了基于知识图谱与多模态大模型的影像报告自动生成算法，旨在提升诊断效率并减轻医生工作负担。项目以胸部 CT 报告为核心，提取了 8 类关键诊断信息，整合多来源医学数据，构建了放射学影像知识图谱。模型通过获取影像对应的诊断信息以及知识图谱中的放射学实体，与影像特征进行跨模态增强对齐后生成医学规范性与准确性兼备的报告文本。此外，算法还具有良好的可扩展性，支持多种类型医学影像（如 X 射线、CT 等）的报告生成，并且能在少量标注以及无标注影像数据的情况下生成高质量的影像报告。

**应用情况：**本项目基于知识图谱与多模态大模型自动化生成医学影像报告，整合多来源医学数据，构建了放射学影像知识图谱，显著提升了医生的诊断效率，为医生快速完成常规病历报告提供了支持。此外，本项目不依赖于大规模的标注数据，能够在仅有少量标注数据甚至无标注数据的情况下生成高质量、多类型的影像报告，极大地降低了标注成本，加速了模型的临床落地。目前，已经与河南省肿瘤医院等多家医疗机构合作，成功将技术转化为实际应用，显著降低了医生工作负担，同时通过医生反馈持续优化生成效果。

**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、知识图谱构建等。项目已与河南省肿瘤医院等多家医疗机构合作，为医生撰写影像报告提供了有力支持，得到了医生的积极反馈。

通过自动化生成影像报告，减少了医生重复劳动，显著提升了医疗效率；影像报告的生成不依赖于标注数据，极大地降低了标注成本，加速了模型的临床落地；支持多类型影像的报告生成，满足了不同科室与诊疗场景的需求，降低了开发与部署成本。这些都展示了项目在整个临床应用的巨大潜力。



## 26、历史城镇可持续社区保护管理BIM+GIS平台

所属院系：建筑学院

**成果简介：**利用 BIM+GIS 的信息技术，建立了具有三维展示、性能分析及多情景模拟预测（建筑环境、消防防灾、建筑节能、人文历史、社区参与）等功能，提供全生命周期的信息化管理，实现数据信息三维可视化，实现可持续城镇过程的有效监管，为城市管理者的文化保护、发展决策提供相对科学的依据和切实可行的组织管理机制。平台包括 Web端和桌面端部分。Web 端功能主要为文件上传、查看、下载和模型信息挂载等，还支持漫游功能，不需要插件即可浏览轻量化模型，支持历史城镇海量模型数据秒级加载，实现瞬时浏览与快速分享。桌面端主要用于导入模型等，主要放入BIM 模型和倾斜摄影模型等。平台所有数据可生成离线包，打破局域网的限制，方便用户随时随地查看。

**应用情况：**本平台已经成功应用在中国道口镇以及奥地利 Grundlsee 镇，并成功通过了第三方检测。目前，该平台已成功推广应用到巩义市国土空间规划中心、滑县道口镇街道办事处和河南云路数文信息科技有限公司，一致认为该平台可操作性强，管理规范高效，可推广空间大：规划管理部门，实现对于历史城镇发展建设和动态管理；历史城镇，可以通过平台功能研发，实现历史城镇保护展示与文化旅游功能；相关业务关联企业，规划设计企业可获取详实的数据信息，开展科学的城镇规划和建筑设计活动，数字信息企业可以对于历史城镇的相关数据信息进行多次开发应用，形成历史城镇数据信息的新型产业链，推动历史城镇产业升级和经济社会可持续发展。

**效益分析：**科学价值，该平台改变了以往城镇建设管理中注重静态管理的模式，建立了以历史城镇可持续社区的建筑信息模型为蓝本的基础数据库和动态管理的工作平台；经济价值，该平台实现了历史城镇管理从静态管理向动态、可调控管理的跨越，有效促进历史城镇保护管理工作效率的提升，节约了城镇规划、建设、监管中的协调成本；社会价值，该平台实现了建筑环境、消防防灾、建筑节能、人文历史、社区参与等相关分析成果的载入，搭建了目前最为综合的具有三维可视的智慧社区的管理平台，从而全面展示可持续性历史城镇社区单元作为一个生态、社会、经济、文化、空间等和谐共生的生态文化子系统在历史城镇可持续发展中的作用与价值。

## 27、列车驾驶员行为分析系统

所属院系：计算机与人工智能学院

**成果简介：**为保障高铁和旅客列车安全，降低铁路交通事故率、死亡率，《铁路机车操作规则》规定机车乘务员确认互换标准要求，乘务员在行车过程中需要规范驾驶，提高机车运行安全性。目前添乘检查和人工视检转储到地面的车载视频方式盯控乘务员规范驾驶，无法全覆盖所有机车乘务员规范操作，并且耗时耗力，不能保证机车运行的安全性。

本项科技成果针对上述检测痛点，通过主动学习筛选实时监控数据自主优化人员行为分析模型，利用行为时序性、空间性提高分析结果，采用 Tensor RT 技术将系统部署边缘计算设备，精准实时的分析列车驾驶员行为，并同步输出异常行为的取证视频片段与对应的列车状态信息，监督列车驾驶员规范驾驶，填补本应用领域的产品空白。

**应用情况：**目前我国每年铁路运输量巨大，列车出发班次密集，使用人工检查方式规范驾驶员行为耗费巨大，收效甚微，通过一套有效的列车驾驶员行为分析系统在保证分析效果的前提下可以减少列车管理部分的管理成本，节约大量人力物力，同时可以提高部门管理水平，有利于我国铁路事业的长期发展。该技术成果不仅限于列车驾驶员行为分析，考场巡视、运行车间巡视、公共交通驾驶员监控等场景同样适用。

**效益分析：**本成果通过引入主动学习与深度学习技术，革新了传统列车驾驶员行为监控方式。新系统利用 Tensor RT技术和边缘计算设备实现了对驾驶员行为的精准实时分析，不仅提高了监督的有效性和全面性，还大大减少了人力成本。

项目的研发涉及智能分析算法、硬件部署及系统集成等多方面资源的投入。然而，产出效益显著：一方面，通过优化人员行为分析模型，有效降低了铁路交通事故率和死亡率，保障了高铁和旅客列车的安全运行；另一方面，异常行为的及时发现和取证视频片段的同步输出，为事故预防和事后分析提供了有力支持，增强了铁路运营的安全性和可靠性。此外，本项成果填补了行业内产品空白，具备广泛的应用前景。



## 28、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。

## 29、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：**外骨骼系统在实际应用方面，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。在实际应用合作方面，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。





## 三、新能源及节能技术

# 目录

### 三、新能源及节能技术（共36项）

- 1、利用矿物气凝胶生产高性能隔热材料
- 2、一种二维非晶材料制造平台性技术
- 3、航天/JG/储能/急速充放电电柜/新能源汽车电池用冷板开发设计及力学分析
- 4、高温微波加热技术
- 5、利用太阳能发电储能的叶片自调节百叶窗
- 6、电化学储能电站多参量多级安全感知预警系统
- 7、基于宽温域高效热泵空调的新能源汽车集成热管理关键技术研发
- 8、一种建筑外墙光伏发电保温复合一体板
- 9、一种手套箱样品转移装置
- 10、超高压环保型罐式多断口真空断路器
- 11、风致振动压电能量俘获的自供电设备研发及应用
- 12、直流输配电系统关键保护技术
- 13、基于WAMS数据的新能源机组控制参数辨识系统
- 14、高效柔性叠层太阳能电池的应用
- 15、面向环境健康监测的自供能能量俘获设备研发
- 16、一种全固态锂电高分子复合电解质(膜) 技术开发
- 17、一种全固态锂电层状复合电解质(膜) 技术开发
- 18、一种界面增强型高光-热稳定钙钛矿薄膜的制备方法
- 19、构网型配电变压器及源网荷储一体化新型配电台区
- 20、柔性仿鱼体压电能量俘获自供电设备
- 21、一种基于控温材料储能技术的超低能耗建筑设计模式研发
- 22、混合溶剂高效分离膜技术开发与应用
- 23、一种用于带电物质高效截留的分离膜技术开发
- 24、一种提高钠离子电池循环稳定性的隔膜
- 25、晶须碳纳米管在储能器件中的应用研究
- 26、一种大面积钙钛矿太阳能电池印刷制备的方法
- 27、一种球形锂离子电池正极材料及其前驱体的制备方法
- 28、锂二次电池用高容量正极材料及其制备方法
- 29、一种钠/钠离子电池无纺布隔膜及其制备方
- 30、一种电池用改性聚丙烯腈无纺布/二氧化硅气凝胶复合隔膜及其制备方法
- 31、一种高安全电池隔膜及制备方法
- 32、生物质高端生态炭材料制备技术
- 33、一种高适应性建筑屋面漫射采光装置
- 34、废旧锂离子电池关键材料绿色高值再生回收利用
- 35、振杆密实法处理大面积深厚松软土地基技术
- 36、酒糟高值化利用技术

## 1、利用矿物气凝胶生产高性能隔热材料

所属院系：化工学院

**成果简介：**本成果利用高强度纳米矿物气凝胶制备高性能隔热材料。将聚乙烯醇溶液与壳聚糖溶液混合均匀，随后加入纳米矿物、偶联剂，搅拌混合均匀后得到纳米矿物浆料；将纳米矿物浆料转移至容器中后冷冻干燥，得到高强度纳米矿物气凝胶。聚乙烯醇和壳聚糖的共混调节了气凝胶的微观结构，形成了封闭孔道和封闭表面，有助于阻碍空气对流，降低热导系数；同时双有机组分改善了气凝胶的可加工性；纳米矿物通过偶联剂与壳聚糖形成化学交联提高了气凝胶的压缩强度和压缩模量；本发明得到的气凝胶隔热材料表现出良好的隔热性能和优异的强度。将纳米矿物气凝胶用于墙体保温材料的制备，可有效提高其强度及耐热性能，还可适当降低无机相的导热系数，将对建筑用复合阻燃保温板的生产起到技术引领作用。

**应用情况：**研究团队对新型隔热墙体材料进行了多年研究，形成了制备保温墙体材料的成熟技术，尤其是承担的国家重点研发课题“钼钨尾矿有价矿物高效回收及多源固废协同建材化利用技术”，利用钼钨尾矿协同多源固废制备新型保温材料工艺，项目取得良好效果，顺利通过验收，考核结果为“优秀”。利用专利技术与偃师华泰综合利用建材有限公司合作，开发了钼矿尾矿制备蒸压加气混凝土制品技术，降低了加气混凝土保温材料的生产成本，为企业带来显著的经济效益，与企业签订技术合作协议150万元，已到账100万元；利用专利技术为河南省新盛建筑节能装饰有限公司开发了新型无机复合不燃保温板材，产品的阻燃、保温性能显著改善，实现了新型保温板材的规模化生产，课题组与企业签订技术合作协议150万元，已到账100万元。

**效益分析：**本项目经济效益显著。以无机复合保温板材为例，传统使用有机高分子材料在80元/m<sup>2</sup>左右，而采用掺加高强度纳米矿物气凝胶，其成本在70元/m<sup>2</sup>，以河南省新盛建筑节能装饰有限公司每年无机复合保温板材制品产量40万m<sup>2</sup>为例，可节省产品成本400万元，未来五年能给企业节省2000万元以上成本。除此之外，由于该制品的原料都是工业废渣，因此还可享受国家有关免税的各项优惠政策。

## 2、一种二维非晶材料制造平台性技术

所属院系：河南先进技术研究院

**成果简介：**突破二维非晶材料制造技术路径，成功制备出多种具有优异光吸收性能的二维非晶材料，有望应用于光催化、光热转换等领域，应用前景广阔。所制备的材料具有优异的等离子体共振性能，具有超高的光吸收性能和光热转换效率。采用的超临界二氧化碳工艺、氧缺陷的控制与非晶化等独特方法，实现了对二维非晶材料等离子体共振性能的精准调控，在国际上属于首创。这些技术不仅提高了材料的光吸收性能，还赋予了其良好的稳定性和可加工性。技术方法更具环保性、高效性和创新性，为二维非晶材料的制备和应用开辟了新的途径。

**应用情况：**已在实验室条件下，成功应用于制备二维结构的氧化钼、氧化碲、硫化钼等材料，为光吸收和光热转换器件的研发提供了新材料基础。其较高的表面等离子体共振性能、光热转换性能、荧光性能、光催化性能等，满足了光吸收器件对材料性能的高要求。

**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，实现了对二维非晶材料的高效、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，该技术平台产出的二维非晶材料，在光吸收、光热转换、荧光、拉曼增强、光催化等多个领域具有广泛应用前景。

该技术平台有望提供一种二维非晶材料的高效制备策略，为我国未来光能利用及能量转换领域的战略性超车提供技术支撑。



### 3、航天/JG/储能/急速充放电电柜/新能源汽车电池用冷板开发设计及力学分析

所属院系：机械与动力工程学院

**成果简介：**本成果聚焦于航天、JG、储能、急速充放电电柜、新能源汽车电池等使用的冷板关键技术研发与创新，旨在通过系列前沿性增效技术创新和深度整合优化，结合本团队已有的技术优势，致力于打造各种增效节能阈值超负荷散热冷板，构建成熟完备的散热解决方案及技术体系，并深化其产业化应用。成果已应用在某型号舰船、潜艇油冷，急速充放电电柜，航天电子冷板，新能源汽车电池冷板等。

**应用情况：**某军工所定制设计相关产品 7 套，用于某型号舰船和潜艇；急速充放电电柜散热设计 3 套，新能源汽车冷板设计 5 种，航天电子器件散热异性结构 1 套。合建工程中心一个。

**效益分析：**军工小型化设备为国家安全、强军带来潜在效益；在商业应用中能够节能 15%以上，能够完成高倍率散热需求，突破散热瓶颈，带来极大的经济效益。

### 4、高温微波加热技术

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**微波加热具有节能环保、改善制品性能、减少燃烧碳排放等优点，团队发明了多种结构辅助加热热场设计方法，指导开发出多种大功率微波加热设备，首创双频同时作用大功率微波加热设备，突破了高频率微波源对低频率微波源产生损伤的国际性难题，发明了特定区域补偿加热热场优化方法，提出了陶瓷内部热应力消除关键技术，实现了不同介质损耗高技术陶瓷的稳定微波加热与致密化烧结，与传统加热方式相比，烧结温度降低了 80~400℃，时间缩短了 12.5~166 小时。提出不同类型原料高温同步反应诱导关键技术，无需气氛保护合成出微纳米尺度棒状、纤维状 SiC、晶须状、片状 B4C、电陶瓷粉体、高熵氧化物粉体等多种难合成高性能陶瓷粉体，合成时间和温度均显著低于国内外同类产品。

**应用情况：**技术成果提出的微波热场构建、热场稳定和热场调控技术，解决了阻碍微波制备技术产业化推广中复杂热场难以掌控的难题。通过与河南天马新材料股份有限公司和焦作市维纳科技有限公司两家建立技术开发合作，利用郑州大学实验室资源开展了专利技术的试验。该技术得到了上述两家公司的高度认可，郑州大学将该技术成果许诺上述两家公司运用于工业生产，均产生良好经济效益。尤其是在河南天马新材料股份有限公司，该技术初期运用在电子陶瓷类产品中，年产近 2000 吨，销售收入达 1000 万余元。将技术成果扩展应用到上述两家公司的全系列产品中，累计销售收入达数亿元。

**效益分析：**高温微波加热技术以其特有的高效、节能、减少二氧化碳排放等优点，具有十分重要的社会意义，以年产 10 万件 ZTA 异形陶瓷阀门产品为例，微波加热技术与传统加热技术相比，理论上节能率可达 97%，可以实现年节电 13200 万度、折合 1.62 万吨标准煤、减少 CO<sub>2</sub> 排放约 4.25 万吨。

传统烧结工艺，烧结温度 1530oC，烧结时间 170 小时。

参评专利烧结工艺，烧结温度 1450oC，烧结时间 4 小时。

则：传统加热生产 1 件 ZTA 陶瓷所耗电能为：

$$W_{\text{外热}}=8\text{kW}\times 170\text{h}=1360\text{kWh}$$

微波烧结生产 1 件 ZTA 陶瓷所耗电能为：

$$W_{\text{微波}}=10\text{kW}\times 4\text{h}=40\text{kWh}$$

$$\therefore \text{节能率}=(1360-40)/1360\approx 97\%$$

$$\text{若年产 10 万件, 则节约能源: } (1360-40)\times 100000=132000000\text{kWh}$$

$$\text{折合标准煤: } 132000000\text{kWh}\times 0.1229\text{kg 标准煤/kWh}=16222800\text{kg 标准煤}$$

$$\text{按标准煤计算 CO}_2\text{ 排放量: } 16222800\text{kg 标准煤}\times 2.62=42503.736\text{ 吨}$$

$$\therefore \text{温室空气减排 CO}_2\text{ 当量为: } 42503.736\text{ 吨}\times 1\text{GWP100}=42503.736\text{ 吨}$$

## 5、利用太阳能发电储能的叶片自调节百叶窗

所属院系：机械工程学院

**成果简介：**提供了一种利用太阳能发电储能的叶片自调节百叶窗,包括百叶窗机构、太阳发电系统和智能控制系统；所述百叶窗机构包括若干太阳能电池板叶片和用于调节各所述太阳能电池板叶片角度的叶片调节装置；所述太阳能电池板叶片连接所述太阳发电系统；所述智能控制系统包括控制器,所述控制器分别连接光敏元件、温度传感器、红外热成像仪、所述叶片调节装置；所述控制器根据所述光敏元件、所述温度传感器、所述红外热成像仪的测定数据控制所述叶片调节装置调节所述太阳能电池板叶片与太阳照射光线的夹角；所述太阳发电系统为所述智能控制系统和所述叶片调节装置供电。该利用太阳能发电储能的叶片自调节百叶窗可以有效减少玻璃窗的日照得热量,对于公共建筑或高层建筑高空区域的外窗非常适用。

**应用情况：**我国大部分地区都是季风性气候,在春夏季节会有十分充足的日照。特别是在夏季,太阳辐射强度在一年四季中属最强。建筑外围护结构包括外墙、屋顶、门、窗等。公共建筑由于其较高的采光要求,通常外窗的面积较大,这就给室内空间带来极大的日照得热,再加上窗户的隔热性能相较于外墙较差,通过外窗所消耗的冷量也较大。外遮阳和内遮阳都能起到遮阳效果,从而降低室内温度,但相比较于外遮阳技术,内遮阳仅仅延缓了日射得热峰值的到来,并没有彻底消除进入室内的日射得热,反而在窗帘与玻璃之间形成热岛效应,窗帘在室内并没有密封的效果,热量很容易在室内扩散;采用百叶窗这种外遮阳技术,从室外遮挡住太阳辐射热,较少玻璃窗的日射得热量。然而在采光与遮阳之间不能很好转变功能;再者,百叶窗的叶片之间连接不紧密,存在某个角度遮挡功能不足的情况,照射到窗户表面的太阳能也无法得到有效利用。



效益分析：

投资成本分析：

1.百叶窗机构成本：太阳能电池板叶片作为百叶窗的主要组成部分，其成本相对较高，但考虑到其同时具备发电功能，这部分投资具有双重效益。叶片调节装置的成本取决于其机械结构和驱动方式，但相较于传统百叶窗的手动或简单电动调节，智能调节装置的成本会有所增加。

2.太阳发电系统成本：包括太阳能电池板的连接线路、逆变器、储能电池等组件，这些是实现太阳能发电和储能的关键部分，成本相对较高。但随着太阳能技术的不断成熟和规模化生产，太阳能发电系统的成本正在逐渐降低。

3.智能控制系统成本：控制器、光敏元件、温度传感器、红外热成像仪等智能控制组件的成本，这些组件是实现百叶窗自动调节和智能控制的核心。智能控制系统的成本与其复杂度和功能密切相关，但考虑到其能显著提高系统的能效和用户体验，这部分投资是合理的。

投资效益分析

节能减排效益：通过智能调节太阳能电池板叶片的角度，有效减少玻璃窗的日照得热量，降低室内空调能耗，实现节能减排。

在公共建筑或高层建筑高空区域的外窗应用，可以显著减少建筑能耗，提高建筑能效。

能源自给自足效益：太阳能发电系统为百叶窗的智能控制系统和叶片调节装置供电，实现能源的自给自足，减少对传统电网的依赖。在长期运营中，太阳能发电系统的发电成本几乎为零，可以显著降低系统的运维成本。

经济效益：虽然初期投资成本较高，但考虑到节能减排带来的能源费用节省和可能的政府补贴，以及太阳能发电系统的长期免费供电，项目的投资回报期相对较短。在商业建筑中应用，还可以提高建筑的租金或售价，增加项目的经济效益。

社会效益：项目的实施有助于推动绿色建筑和可持续发展理念的普及，提高公众对节能减排和可再生能源的认识。

通过减少建筑能耗和碳排放，为应对全球气候变化做出贡献。

## 6、电化学储能电站多参量多级安全感知预警系统

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本成果针对电池储能系统热失控事故频发的问题，开发了一套多级感知预警系统。该系统集成阻抗、声学、气体等多种传感技术，实时监测电池安全隐患，包括内部参数变化、机械故障和副反应产物。基于大量实验和电化学研究提取的特征，本成果实现了热失控风险的早期感知和预警。研究意义在于，通过提前预警，可以减少电池事故，保障安全，延长电池寿命。具体预警效果包括：①通过电化学阻抗谱关键特征，提前 30 分钟预警电池内部温度异常。②通过储能系统中的声音特征匹配方法，提前 20 分钟预警电池严重鼓包；③通过诊断环境中的氢气实时变化，提前 17分钟预警电池析锂副反应。这些成果对于提高电池储能系统的安全性和可靠性具有重要意义，并能够推动新能源产业的更广泛应用。

应用情况：

应用场景：本系统已在电网级储能电站、工商业储能中应用。系统通过实时监测电池参数变化，有效预防热失控事故，保障了这些场景下的安全运行和能源供应的稳定性。

应用合作情况：本系统的应用和推广得到了行业内多家企业和研究机构的支持，包括大唐河南发电有限公司、新疆新华水电投资股份有限公司、中核汇能河南能源有限公司、河南省投智慧能源有限公司等。

转化情况：截止 2024 年 8 月 30 日，本系统已在实际储能项目中得到广泛应用，应用规模达到 4GWh，并成功预警储能事故 23 起，获得了市场对这一技术的高度认可。此外，还有 5GWh 的意向使用规模，表明系统的应用前景广阔。随着技术的进一步成熟和市场对储能安全需求的增加，预计系统的转化规模将继续增长。

效益分析：

投入分析：本研究的投入主要集中在多级感知预警系统的开发和集成上，包括阻抗、声学、气体等多种传感技术及特征提取方法的设计优化。此外，还包括了热失控实验和电化学研究的成本，这些研究用于提取热失控风险的关键特征，以实现早期检测和预警。

产出分析：该多级感知预警系统的主要产出是显著提高了电池储能系统的安全性和可靠性。通过提前预警，系统能够减少热失控事故的发生，从而避免了可能的人员伤亡、设备损坏和生产中断，减少了经济损失。同时，系统还能延长电池寿命，降低维护成本，提高生产效率。此外，系统的部署还能增强企业的市场竞争力和品牌形象，为企业带来长远的经济效益和社会效益。

7、基于宽温域高效热泵空调的新能源汽车集成热管理关键技术研发

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：本成果聚焦于绿色高效的新能源汽车热管理关键技术研发与创新，旨在通过系列前沿性技术创新和深度整合优化，结合本团队已有的技术优势，致力于打造以宽温域高效 CO<sub>2</sub> 热泵空调为核心的新能源汽车集成热管理技术体系，构建成熟完备的新能源汽车热管理解决方案，并积极推动其产业化应用。成果涵盖宽温域高效 CO<sub>2</sub>热泵空调关键技术研究及产业化、新能源汽车热管理智能自适应集成技术研究及产业化和新能源汽车热管理关键零部件研发及产业化三个方面进行开发。

应用情况：科林公司所开发的电动客车 CO<sub>2</sub>热泵空调已经实现了规模推广，零部件、系统到整车的“三位一体”试验验证已完成，且已经在宇通客车实现规模化应用。实现多项校企合作，且共同申报省部级项目 2 项。

效益分析：2027 年 12 月，累计推广应用相关技术的新能源客车不少于 1 万台，实现销售收入不低于 50 亿元。

到 2030 年，累计销售应用相关技术的新能源客车不少于 8 万台，其他新能源商用车不少于 1 万台，累计销售收入不低于 500 亿元。

8、一种建筑外墙光伏发电保温复合一体板

所属院系：建筑学院

成果简介：光伏发电保温复合一体板具有建筑外墙发电，且防水、防火、保温、发电等综合功能。采用碲化镉薄膜电池光伏组件发电效率高，光照强度适应性强，不受通风不良和散热较差的影响导致输出功率的下降。

- 1.可以大大简化施工工艺，缩短施工工期，方便施工。
- 2.降低整体光伏系统的造价，缩短项目投资回收期。
- 3.工艺特点上避免传热冷桥，降低系统传热系数，优化墙体热工性能。

技术创新点与优势

- 1.光伏组件选用碲化镉薄膜组件，弱光性能及热稳定性好、受环境因素影响较小、阳光强弱适应性强。
- 2.光伏板和保温材料直接复合成型，与建筑外墙结合，无须钢龙骨连接固定。
- 3.无固定龙骨框架与结构体预埋件连接，减少传热冷桥，最大限度保证外墙保温性能。

应用情况：目前，该专利技术已经应用于郑州市实验中学工程项目，工程正在实施中。

效益分析：投入使用后将会大幅节省学校的市政用电量，产生较大的经济效益和环境效益。



9、一种手套箱样品转移装置

所属院系：现代分析与基因测序中心

成果简介：新能源制造电池领域的电芯组装、测试、失效分析对条件要求苛刻。手套箱是将高纯惰性气体充入箱体内，并循环过滤掉活性物质的设备，广泛用于无水、无氧、无尘的超纯环境。将能源材料放入或取出手套箱时均需要打开进样仓，转移过程中无法保持无水氧的超纯环境，可能导致工业制造问题。

本产品的目的在于提供一种在无水无氧的条件下将样品转移的手套箱样品转移装置，使样品在转移过程中保持稳定。其能与现在产业化的手套箱自由装配，不影响原有的功能，且可以无缝衔接到各类大型分析设备上、如电子显微镜，X-射线光电子能谱等高端大型设备，实现精准的失效分析，且成本低廉，性能可靠，已具备小批量试产的条件。

应用情况：手套箱样品转移装置一体化耦合高端分析设备，可广泛应用于对极端环境敏感的材料研究领域，包括新能源材料（锂电池、钠离子电池等）、半导体、催化剂及纳米材料等的制备与表征。其一体化设计实现了材料从制备到原位分析的全封闭无氧无水操作，避免了环境干扰，提高了实验结果的准确性和可靠性。

在应用合作方面，该设备已与一些企业建立合作，可支持重大科研项目和企业产品开发。通过与用户联合实验和成果转化，设备的功能逐步优化，满足不同领域的研究需求。

转化情况上，该技术产品已实现样机测试，已具备批量化生产并投入市场的条件，可有效推动了相关行业的技术进步，为高端材料研究提供重要支撑工具。

效益分析：产品具有显著的投入产出效益，首先，研发投入集中于设备集成设计及试验验证阶段，无需高真空系统、气氛控制技术和研发。不需要高精度加工设备、关键部件采购和制造工艺优化。

产出分析如下，1、经济产出：在新能源材料、半导体等高需求领域，附加值显著。通过批量化生产与定制服务，利润率稳步提升。2、技术产出：推动无水氧环境控制与电镜分析的创新结合，填补国内外同类产品技术空白，提升企业技术竞争力。3、社会产出：加速新材料研发和产业化，推动低碳经济发展。

初步测算，单台设备 6 个月可实现成本回收，后期保持50%-80%的利润率，同类产品市场份额 2023 年净利润为 1.07亿元。综合来看，该产品通过技术优势、成本节约和市场扩展，实现了显著的综合效益，具有广阔的发展前景。

10、超高压环保型罐式多断口真空断路器

所属院系：超高压环保型罐式多断口真空断路器

成果简介：面向超高压 GIS 环保升级需求，研发了252~550kV 环保型罐式多断口真空断路器整机配置方案。构建电、磁、热场三维耦合模型，优化罐体绝缘配置、环保气体选型和串联灭弧结构，开发紧凑化、标准化及模块化整机设计方法，并研制了 252kV/4kA/40kA 环保型罐式多断口真空断路器样机。通过高同步闭环光控智能控制系统的应用，显著提升了设备运行的精准性和可靠性。技术创新点包括：提出基于三维多物理场耦合的整体优化设计方法，实现高电压等级下的紧凑化环保型结构设计；开发智能控制系统以提升设备同步操作性能。样机具有优异的绝缘性能、低温升特性和高同步性，抢占了超高压环保型 GIS 的技术制高点，并为环保型中高压开关设备的全面升级提供了技术支撑。

应用情况：超高压环保型罐式多断口真空断路器应用于我国电力系统的超高压电力传输，主要应用在超高压变电站。

超高压环保型罐式真空断路器关键技术及应用取得丰硕的创新成果，ZL2020103438846、ZL2020113896535 等专利技术突破环保型高压真空开关罐式 GIS 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 产品研发与生产，该新技术具有体积小、集成化程度高、绿色环保等优点，达到了国际领先水平。

效益分析：超高压环保型罐式多断口真空断路器应用于我国电力系统的超高压电力传输，主要应用在超高压变电站。

超高压环保型罐式真空断路器关键技术及应用取得丰硕的创新成果，ZL2020103438846、ZL2020113896535 等专利技术突破环保型高压真空开关罐式 GIS 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 产品研发与生产，该新技术具有体积小、集成化程度高、绿色环保等优点，达到了国际领先水平。

## 11、风致振动压电能量俘获的自供电设备研发及应用

所属院系：机械与动力工程学院

成果简介：面向国家国防、军事和民生中的重大能源需求，以无线环境监测传感器自供电的问题为牵引，从仿鲨鱼皮结构颤振压电俘能器着手，突破监测传感器自供电的技术瓶颈，设计了仿鲨鱼皮结构颤振压电俘能器构型，研制了实验样机，验证了具有较好的输出性能，实现了为无线环境监测传感器提供一种可持续、有效、绿色的自供电方式，促进了“流致振动-压电俘能-自供电”技术的应用与推广。

研制多套自供电系统样机，体积小于  $0.001\text{ m}^3$ ，质量小于  $0.4\text{ kg}$ ，输出功率大于  $2\text{ mW}$ ，持续稳定工作时间不少于 5 年，设备故障率低于 0.1%。技术优势在于制作成本较低，输出功率高，维护方便，具有较高的可靠性和耐久性。

应用情况：初期与河南豫能新能源有限公司进行技术合作与交流，提供“流致振动-压电俘能-自供电”关键技术支持与指导，将其技术应用到天气预报、森林预警、地质灾害预警和桥梁结构健康监测等领域，进行科技成果转化，做到批量化生产。

效益分析：初期与河南豫能新能源有限公司进行技术合作与交流，提供“流致振动-压电俘能-自供电”关键技术支持与指导，将其技术应用到天气预报、森林预警、地质灾害预警和桥梁结构健康监测等领域，进行科技成果转化，做到批量化生产。

## 12、直流输配电系统关键保护技术

所属院系：直流输配电系统关键保护技术

成果简介：

功能用途：

本成果适用于直流输配电系统故障分析、故障识别、故障清除与恢复。

技术指标：

- 1.故障分析效率相比国际主流电磁暂态计算软件提升 10 倍以上；
- 2.在 3ms 内可靠识别严重的直流线路故障，且不依赖于线路电感；
- 3.所提多端直流断路器成本相比主流直流断路器降低 50% 以上；
- 4.可靠区分永久性和瞬时性故障，故障恢复时间不超过 300ms。

技术创新点与优势：

1.解决了现有故障分析方法复杂繁琐、现有保护方案速动性不足且依赖线路边界元件、两端直流断路器成本高昂、现有故障恢复方案存在二次故障冲击等技术缺陷。

2.本成果所提的自适应重合闸方法已实现专利转化（专利实施许可），目前已转化到账 20.2 万元；可见本科研成果具有良好的转化前景。

应用情况：

应用场景

直流输配电系统是实现新能源消纳的重要手段，我国已经在南澳、舟山、如东等地投运多个直流工程，我省也是天中直流、青豫直流、哈郑直流的受端落点。本成果对于直流输配电系统的安全运行至关重要，应用前景良好。

应用合作情况

本人与多家电力单位保持良好的合作关系，所提关键保护技术已进入直流输电技术国家重点实验室和南方电网科研院的技术储备库；所提故障定位方法经过河南电力公司历史数据验证，故障定位效果良好；所提出的自适应重合闸方法已应用于思创智汇公司，经济技术性能良好。



转化情况

所提自适应重合闸方法已通过专利实施许可的形式，授权思创智汇（广州）科技有限公司使用，该方法应用效果良好，已转化到账 20.2 万元。

效益分析：

1.国外主流仿真计算软件安装成本高达数百万元；本成果可为目标系统开发故障分析软件，成本仅约 30 万元/系统，且能够有效提高故障分析效率。

2.所提直流线路保护方案能够快速识别直流输配电线路故障，避免故障范围扩大和电网设备损坏；所提故障恢复方案能够可靠识别故障性质，尽早恢复系统运行。以 1GW 直流系统为例，本成果每减少 10 小时停电时间，可避免 1000 万度电能损失。

3.本成果所提多端直流断路器的设备成本相比主流直流断路器降低 50%以上。直流输配电系统对直流断路器的需求量巨大，以每台低压直流断路器造价 1 万元为例，本成果每替代 1000 台传统两端直流断路器，节约造价为 500 万元。

综上所述，本成果具有良好的技术和经济效益。

13、基于WAMS数据的新能源机组控制参数辨识系统

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：本技术研发的基于广域测量系统数据新能源参数辨识系统能够实现双馈/直驱风机、光伏等多类型新能源机组 PI 控制器参数、无功电流系数等关键控制参数的快速准确辨识，为不同环境、时段、运行方式等多场景模式下新能源场站运行状态的准确监测提供可靠支撑，弥补实测参数机组类型不全、所测场站数量少等不足，有效提升新型电力系统分析计算能力，避免因场站异常状态未及时感知、机组控制参数无法准确获知而导致的运行事故，降低安全风险并节省运维成本。

该研究成果可推广至全国新能源场站，为新能源场站同步相量测量系统构建、基于广域测量系统的新能源机组参数辨识设备研发和推广应用奠定基础。

应用情况：本研究成果可直接应用于国网电力公司营业范围内新能源汇集地区的主站系统，基于研发的新能源场站监测系统和机组参数辨识软件平台，为场站广域准确监测和数据深入应用提供更精准的数据基础，提升新能源机组控制参数辨识能力，弥补实测参数机组类型不全、所测场站数量少等不足，提高新型电力系统分析计算能力，进一步增强新能源消纳与并网能力。该研究成果基于 WAMS 数据的新能源机组控制参数辨识系统于 2023 年 10 月起在河南电力调度控制中心示范应用，迄今为止运行稳定。

效益分析：

1.直接效益

基于 WAMS 数据的新能源机组控制参数辨识系统可直接应用于河南省新能源场站，为场站运行准确监测和机组参数辨识提供指导和参考，避免因场站异常状态未及时感知、机组控制参数无法准确获知而导致的运行事故，大大降低安全风险并节省运维成本。

2.间接效益

基于 WAMS 数据的新能源机组控制参数辨识系统进一步可推广至全国新能源场站，为新能源场站同步相量测量系统构建、基于广域测量系统的新能源机组参数辨识设备研发和推广应用奠定基础。

## 14、高效柔性叠层太阳能电池的应用

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：

功能用途：为研发高效率、宽禁带叠层太阳能电池，该太阳能电池以 CGSe 吸收层薄膜的制备为突破点，采用蒸镀技术引入  $\text{Sb}_2\text{Se}_3$ ，避免使用有毒的  $\text{H}_2\text{Se}$ ，且提高了原材料利用率和生产效率，器件的光电转化效率已超过 30%，该项目同时能够节约 5% 左右环保成本。

技术指标：针对传统 CGSe 薄膜制备需要使用剧毒的  $\text{H}_2\text{S}_e$  气体，首次通过蒸镀法在 CGSe 薄膜中引入  $\text{Sb}_2\text{Se}_3$ ，改善吸收层薄膜质量。使用原子沉积设备（ALD）实现在 CGSe 吸收层表面精准沉积  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，改善异质结界面质量。创新性地采用禁带匹配与电流匹配的方式进行研究，CGSe 叠层电池效率达到 32.7%，远超单结太阳能电池的极限。

技术创新点与优势：相较于硅基叠层电池，可用于弯曲表面和可穿戴设备的柔性表面。经由禁带匹配与电流匹配后的 CGSe 基叠层电池，效率显著提高，成本降低。突破了传统太阳能电池无法制备柔性电池、毒性大、弱光性差的卡脖子难题。

应用情况：

应用场景：该太阳能电池以 CGSe 吸收层薄膜的制备为突破点，采用蒸镀技术引入  $\text{Sb}_2\text{Se}_3$ ，避免使用有毒的  $\text{H}_2\text{S}_e$ ，制备高效率、无毒、宽禁带叠层太阳能电池。可用于太阳能发电，为家庭、商业建筑、工业设施等供电；集成到建筑物的屋顶、墙面和窗户中，实现建筑的自发电功能；其柔性特点，可以集成到智能手表、户外装备等可穿戴设备中；还可用于偏远地区、紧急救援和临时设施的电力供应。

合作转化情况：项目已经与乐山市凯锐达光电科技有限公司签订总金额 10 万元的《溅射薄膜的性能优化研究》合同，并多次与清华大学、河南大学、郑州龙子湖新能源实验室等单位开展合作研发工作。计划优先应用于凯锐达光电公司，进一步推广到易成新能源、平煤隆基等光伏企业。后期将根据实际应用情况，结合合作单位需求，实现产品的迭代提升及在光伏行业的大规模推广应用。

效益分析：项目相关成果已获国家自然科学基金、河南省高等学校重点科学项目的支持；基于研究成果已经与企业合作项目签订 10 万元的技术开发合同，并通过与企业合作推广，创造经济价值 100 万元。本技术拥有很强的普适性，应用于光伏建筑一体化，降低太阳能电池制备成本，提升光电转化效率，提升光伏行业竞争力。

此外，本技术带动上下游产业的协同发展，显著提升了就业率，直接创造工作岗位，并间接带动了相关产业链的就业机会，促进区域各产业协同发展，并为本科生和研究生提供实习就业机会。项目在可持续发展和环保方面作出卓越贡献。据估算，项目初步推广应用到光伏企业后，预计每年可为相关企业节省近 500 万元生产成本。



## 15、面向环境健康监测的自供能能量俘获设备研发

所属院系：机械与动力工程学院

**成果简介：**结构健康监测是服役于国家重大战略的重要研究方向之一，流致振动控制与能量俘获自供电设备通过在受控结构上集成能量俘获装置，将振动能量转化为电能，实现能量高效利用，用于支持振动控制系统的运行；通过优化刚度和阻尼等结构动力学参数，有效地控制振动。该成果实现了能量利用和振动控制的结合，不仅提高了能源效率，还为工程结构提供了更加智能和环保的振动控制策略。

振动能量转换效率达到 30%以上，控制系统的响应速度小于 0.4 ms，可靠稳定工作 5 年以上；工作温度-30o~70o。

技术优势在于，首先，通过高效率的能量转换，将流体的振动能量转化为可利用的电能，实现能源的再利用；其次，通过精准的控制算法，实现对流体振动的快速响应和稳定控制，保证系统的安全性和可靠性。

**应用情况：**该设备瞬间电压输出可达 100V 以上，峰峰值电压达到 200V 以上，单个输出单元输出功率达到毫瓦级，功率密度可达到 mW/cm<sup>3</sup> 级，能应用于自然环境中，为无线环境传感器自供电，如高山、原始森林、桥梁等。

该设备能为低功耗的无线环境监测传感器自供电，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：**该设备运用在桥梁的健康状态监测传感器自供电中，加工成本为 1 万元，前期研发投入约 20 万元。该设备能够实时监测结构状态信息，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 100 万元。

## 16、一种全固态锂电高分子复合电解质(膜)技术开发

所属院系：化工学院

**成果简介：**固态锂电隔膜是固态锂电池的核心部件之一，膜需要有高的锂离子传导能力、高的机械性能。然而，传统高分子聚合物隔膜由于缺乏连续、低阻力传递通道，膜离子传导率低；高分子材料固有的机械性能差也制约其实际应用。在聚合物基质中引入无机填料制备有机-无机复合隔膜可有效改善隔膜性能。基于此，本团队通过引入零维量子点、一维纳米管/纳米线、二维纳米片、三维无机陶瓷骨架等功能性填料设计并制备了系列高性能薄型固态锂电高分子复合隔膜。所开发的系列薄型高分子复合隔膜表现出良好的离子传导性能、机械强度、电池循环稳定性，在固态锂电池实际应用中展现出良好的前景。此外，本团队还系统探索了探索锂离子在膜内的传递机理，尤其是膜结晶度、高分子自由体积特性、膜内传递通道对锂离子传递方式和传递能力的影响规律。特别是离子在有机-无机界面处的传递机理，以此确立各类载体位点的传递特性，以期高性能电解质膜设计提供一定理论指导。

**应用情况：**研究团队对高分子复合隔膜材料进行了长达7 年的研究，形成了高性能高分子复合隔膜的成熟技术，尤其是与装备预研船舶重工企业合作的“宽温域固态锂电池用薄型电解质膜技术”，突破了高传导杂化薄型电解质膜设计与制备技术，薄型电解质膜厚度达到 25  $\mu$ m，幅宽 150 mm；力学性能优异：抗拉强度 11.8 MPa，断裂延伸率 163%；离子传导面比电阻 7.5  $\Omega$  cm<sup>2</sup>；所组装的固态锂电池在室温，0.1C 倍率下稳定循环 510 次，容量保持率 80%以上，在 85℃，0.1 C 倍率下容量达到 5.15 Ah。为企业带来了显著的经济效益。

**效益分析：**高分子复合隔膜在固态电池技术领域展现出巨大的应用潜力，主要包括：①高分子复合电解质能够提供高离子电导率，有助于提高电池的能量密度和充放电效率。②复合电解质通常具有较好的机械强度和柔韧性，能够有效提高电池的循环稳定性和安全性。③高分子复合电解质往往具有较高的热稳定性，能够在高温环境下保持性能稳定，减少热失控的风险。④高分子复合电解质在成本上具有优势，有助于降低电池的制造成本。此外，许多企业对本成果产生浓厚兴趣并正追求积极合作，本成果目前已经可以熟练制备15 cm×100 cm 大小，厚度小于 15  $\mu$ m，抗压模量大于 500 MPa的高分子复合隔膜。

## 17、一种全固态锂电层状复合电解质(膜)技术开发

所属院系：化工学院

**成果简介：**固态电解质是固态锂电池的核心部件，直接决定着电池性能。随着新能源技术发展对固态电池的安全性、能量密度需求与日俱增，对锂电池隔膜提出了新的要求：①低温度依赖性的离子传导率（ $10^{-4}$  S  $\text{cm}^{-1}$ ）；②良好的化学稳定性与热稳定性；③良好的隔膜/电极界面相容性；④厚度超薄化（ $<30 \mu\text{m}$ ）。然而，现有的固态电解质材料仍然存在一些问题，制约电池在宽温域下工作，如：有机聚合物在室温下低的离子电导率、无机电解质大的晶界电阻以及差的电解质-界面接触性等。基于此，本团队聚焦二维层状固态电解质技术，其易于超薄无缺陷、化学稳定性优异、机械稳定性强，是高性能固态锂电池隔膜开发新的平台。团队在层间通道内引入功能型载体（如：离子液体、两性离子、高分子聚合物、无机陶瓷材料），通过调控层间通道化学环境调节功能载体排布状态、晶态取向等，已开发出基于蛭石、氧化石墨烯、快离子导体纳米片的高性能层状复合隔膜，厚度小于  $5 \mu\text{m}$ 。此外，团队还通过装备设计与开发已初步实现层状复合隔膜的批量化制备。

**应用情况：**本团队研究开发的层状复合隔膜可以在宽温域条件（ $-40\sim 100^\circ\text{C}$ ）下实现  $10^{-4}\sim 10^{-3}$  S  $\text{cm}^{-1}$  的高离子电导率以及稳定的电池循环性能，在如极地探险、海底作业、太空探索等极端环境下具有极大的应用前景。相关成果一经发表，受到了膜科学与技术、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：用于合成二维纳米片的原材料费用。实验设备：采购高精度实验设备和测试仪器的投资。由于层状复合隔膜的高效性以及易于加工性，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~ 20%的市场份额。

## 18、一种界面增强型高光-热稳定钙钛矿薄膜的制备方法

所属院系：化学学院

**成果简介：**本发明属于光电薄膜技术领域，公开一种界面增强型高光-热稳定钙钛矿薄膜的制备方法。步骤如下：①将富勒烯衍生物、N 型有机掺杂剂溶解在非极性溶剂中；富勒烯衍生物在非极性溶剂中的浓度为 10-20 mg/mL，并且以质量百分比计，N 型有机掺杂剂的用量为富勒烯衍生物用量的 1-5%；②将步骤 1.获得的溶液旋涂在衬底上，室温晾干，此时即在衬底上自组装形成掺杂富勒烯衍生物薄膜；2.在掺杂富勒烯衍生物薄膜上制备钙钛矿薄膜，即得界面增强型高光-热稳定钙钛矿薄膜。本发明使得钙钛矿薄膜成膜性大大改善，薄膜缺陷减少，晶粒尺寸增加，在持续光照或者高温环境下不会分解，从而大大提高太阳电池的各项性能。

**应用情况：**本发明提供了一种界面增强型高光-热稳定钙钛矿薄膜的制备方法，具有重要的应用前景。通过在衬底上自组装掺杂富勒烯衍生物薄膜，显著改善了钙钛矿薄膜的成膜质量，减少了缺陷，提高了晶粒尺寸，形成了稳定的界面结构。

该技术可广泛应用于钙钛矿太阳能电池的制备，显著提升器件的效率和稳定性。实验表明，该薄膜在长时间光照或高温环境下保持稳定，避免了传统钙钛矿材料易分解的缺陷，满足了光伏器件在严苛环境下的使用需求。此外，本发明还可应用于其他光电器件，如光探测器和发光二极管，推动其高效化与长期稳定运行。

本方法制备工艺简单，成本低，适合工业化生产，有助于推动钙钛矿光电器件的大规模商业化应用，为高效、稳定光电薄膜材料的开发提供了新的技术方案。

**效益分析：**本发明在投入与产出方面具有显著效益，展现了广阔的产业化前景。

投入方面：富勒烯衍生物与 N 型有机掺杂剂为成熟材料，制备工艺以简单的溶液旋涂和室温晾干为核心，无需复杂设备和高昂成本。制备过程能耗低、原料利用率高，适合大规模生产。



19、构网型配电变压器及源网荷储一体化新型配电台区

所属院系：电气与信息工程学院

成果简介：作为电网“最后一公里”，配电系统连接电力主网和千家万户。然而，常规配电变压器存在不可控、无构网与穿越能力等缺点，配电台区承载容量告急，严重限制了分布式新能源的接入，难以实现配电台区源-网-荷-储的灵活调控与安全运行。

本课题提出了构网型配电变压器核心装备及其在源网荷储一体化新型配电台区的应用技术，以价廉、成熟、低耗和可靠的电磁型工频变压器承担主要功率传输、高低压变换等任务，合少量电力电子变流器实现主动安全调控功能，实现了装备容量不小于 400kVA，效率不低于 97%，造价为同容量 PET 的 20%以内等关键指标，能够实现台区主动调控与故障阻隔功能，提升装备-源-网-荷-储互联互通能力，具有良好的推广价值及产业化前景。

应用情况：项目研究成果能有效应用于工商业园区、新能源充电站、配电网柔性互联、柔性合环、交直流混联、零碳工程、及新能源与柔性负荷接入等场景，有利于指导装置设计、制造和工程应用，将大幅降低新型配电变压器工程建设和运维成本，能有效提升新型配电系统的灵活调控能力和电网安全运行水平，具有良好的技术创新性、示范性和推广性。

效益分析：以工商业园区为例，根据全国工业园区数量统计，截止 2020 年底共有工业园区 4.7 万个。按照 10%的低碳园区建设标准，也将有 4700 个新型配电台区成套设备，相应产值数十亿，投入市场后利润可观。

产出方面：通过掺杂富勒烯衍生物薄膜显著改善了钙钛矿薄膜的成膜质量和稳定性，有效提升太阳能电池的光电转换效率与使用寿命。薄膜在高温与光照环境下保持稳定性，可满足严苛应用需求。这种性能优化将降低太阳能电池的维护和更换成本，增加其市场竞争力。同时，该技术对其他光电器件（如光探测器、发光二极管）的性能提升也具有重要意义。

总体而言，该方法在低投入条件下实现高产出，具有极高的经济性和产业价值，为开发高效、低成本、稳定的光电薄膜技术提供了全新路径，可显著推动光伏与光电子领域的技术升级。

## 20、柔性仿鱼体压电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：**柔性仿鱼体压电能量俘获自供电设备将柔性压电材料填入柔性仿生鱼体的内部，利用涡街诱导激励柔性仿鱼体产生变形，进而输出电压，能够持续稳定的为海洋监测等微机电系统自供电。

该设备输出电压达到 10 V 以上，输出功率达到 5 mW 以上；可靠稳定工作 5 年以上；工作温度-30o~70o。该设备具有结构不易疲劳、俘能效率高、工作稳定性好、易于制造等优势，有益于科研成果转化和批量化生产。

**应用情况：**该设备瞬间电压输出可达 100V 以上，峰峰值电压达到 200V 以上，单个输出单元输出功率达到毫瓦级，功率密度可达到 mW/cm<sup>3</sup> 级，能应用于自然环境中，为无线环境传感器自供电，如高山、原始森林、桥梁等。该设备能为低功耗的无线环境监测传感器自供电，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：**该设备运用在海底电缆、输油管道的健康状态监测传感器自供电中，加工成本为 1.5 万元，前期研发投入约 50 万元。该设备能够实时监测结构状态信息，可较大降低成本，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 500 万元。

## 21、一种基于控温材料储能技术的超低能耗建筑设计模式研发

所属院系：土木工程学院

**成果简介：**构建集太阳能收集、输配、存储于一体的建筑能量系统，是实现超低能耗建筑设计模式中亟待解决的技术瓶颈。考虑能量梯级利用，基于太阳能光热利用及控温材料储能技术，本成果提出了集被动式太阳能采暖降温、相变储能技术以及热传输调控于一体的超低能耗建筑设计模式。基于太阳能热利用的构件与建筑集成为一个能量系统后，能量如何有效地收集、输配及存储是本成果研究的关键。通过搭建控温材料储能技术平台，本成果研发了具有采用被动式采暖降温构件及 TCM 控温储能等集成方式使建筑物自身具有能量收集、输配和存储功能的超低能耗建筑设计模式及构筑方法。基于所提出的被动式超低能耗建筑设计模式，可为零碳建筑的大力发展与推进助力。

**应用情况：**该成果多应用于超低能耗建筑的设计应用阶段。前期通过与加拿大英属哥伦比亚大学查韦环境研究院开展合作研究，对集成控温材料超低能耗建筑的储能技术进行了合作研究，获取了在不同地域基准墙体构造下，控温材料对建筑热性能影响的规律分析。该项目的合作也对该成果中集成 TCM 控温材料围护结构储能技术的提升提供了理论思路。

同时，与河南省五方合创建筑有限公司开展产学研合作。

产学研合作项目旨在研究超低能耗建筑在不同季节气候条件下的热环境特征，进而评价超低能耗建筑采用被动式围护结构设计方案以及集成被动式技术的科学性与合理性。基于该产学研项目的合作，有助于形成该成果中超低能耗建筑的设计模式及运行调控策略等方面的创新型结论。

**效益分析：**

**经济效益：**相比传统建筑，该成果所提出的超低能耗建筑设计模式，充分利用多能量系统的梯级利用，最大程度上降低对主动式能源消耗的依赖，整体可节能 80%。从能源系统的耗电量来看，其能耗约占超低能耗公共建筑能耗的 30%。按照全国超低能耗公共建筑的实际年耗电量约 1 亿千瓦时来计，若将该设计模式应用于示范项目，每年可节省约 3 百万千瓦时的电量。

**碳效益：**依据住房和城乡建设部科技发展促进中心对国内民用建筑的统计结果，2023 年北方采暖地区城镇居住建筑单位面积建筑年采暖能耗为 24kg 标准煤。该成果所提出的超低能耗建筑单位面积年采暖能耗约为 15kg 标准煤，每年可比普通住宅节约标准煤 5000 吨，减少 CO<sub>2</sub> 排放量 28000 吨。该成果可实现年碳汇收益约 50 万元。



## 22、混合溶剂高效分离膜技术开发与应用

所属院系：化工学院

**成果简介：**随着工业化进程的加快，复杂混合物的分离需求日益增加，传统的分离方法（如蒸馏、萃取等）在处理多组分混合物时往往面临效率低、成本高和环境污染等问题。因此，开发新的混合溶剂分离技术显得尤为重要，二维层状膜具有良好的纳米结构，具有良好的分子渗透性和精确的筛分能力，有望用于混合溶剂的分离，本团队开发了 MXene 基层状膜表面具有选择性溶剂捕获聚合物涂层的异质膜，甲苯/乙腈混合物的通量为 413 L m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> bar<sup>-1</sup>，分离系数为 4.5，并通过双针静电雾化技术开发了具有亲疏水异质结构纳米通道的层状膜，使乙腈/水的分离系数高达 4.8。

**应用情况：**甲苯和乙腈的分离在多个应用领域具有重要意义，主要包括：1.甲苯和乙腈常作为溶剂和中间体，在化学合成中使用。在化学合成后进行分离，可以提高产品的纯度和收率。2.在药物合成过程中，常需要分离目标产物和副产物，保证药物成分的纯度。这在制药行业中尤为重要。许多企业对本成果产生浓厚兴趣并正追求积极合作，本成果目前已经可以制备 22\*33 cm<sup>2</sup> 大小，初试已初具成效。

**效益分析：**项目预计需投入 500 万-3000 万，投资汇报率 10-20%之间，目前混合溶剂分离膜在市场上的份额目前较小，大概为 20%。但增长迅速。

## 23、一种用于带电物质高效截留的分离膜技术开发

所属院系：化工学院

**成果简介：**本课题针对淡水短缺和资源匮乏等问题，设计制备荷电异质结构层状膜，该膜的通道尺寸在亚纳米级别，依靠通道内精密构筑的微环境可实现荷电物质与水分子的高效选择性分离。压力驱动下，经过四级过滤异质膜能够有效截留 99%的一二价离子，荷电染料和有机酸碱，同时维持高的水通量 (> 19 LMH/bar)。此外，该膜展现出优异的耐氯性能和抗污染性能，在长周期循环测试过程中，截留率和水渗透变化小于 5%。本课题中，异质膜大的通道尺寸也赋予了低的操作压力（10 bar），综合能效分析表明，生产单位重量的净水能耗降低 40%以上。不仅如此，异质膜由于易于超薄化和结构稳定性强的特性，通过刮涂、旋涂等工艺有望实现大面积制备。

**应用情况：**本项目设计开发的荷电异质结构层状膜可以在正渗透（FO）和反渗透（RO）模式下实现一二价离子、荷电染料、有机酸碱的高效截留，同时该膜维持了高的水通量和优异的结构稳定性。相关成果一经发表，受到了中国膜工业协会、膜科学与技术、上海纳孚生物科技有限公司、郑州大学官网等多家机构的关注与报道。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：**目前该项目已累计投入 20 余万元，在实验室阶段实现了离子、荷电染料和有机酸碱近乎 100%的截留，同时维持高的溶剂通量。综合能效分析表明，该异质膜的分离过程相较于传统膜分离过程显著降低能耗（下降 40%以上）。目前海水脱盐、染料废水处理需求日益严重，膜产业年营业额可达 50 亿元，市场上多组分荷电物质有效截留膜空缺严重，该异质膜的开发将弥补市场短板，展现出巨大的应用前景和经济效益。

## 24、一种提高钠离子电池循环稳定性的隔膜

所属院系：物理学院

**成果简介：**在普通的 PP 隔膜的基础上，通过涂覆一层超稳定的二维金刚石纳米片，可以有效提高隔膜的耐热性、热传导能力、钠离子迁移率，特别是提高钠金属负极的循环稳定性。对高性能钠离子电池具有重要应用价值。

**应用情况：**现在还没有非常成熟的钠离子电池的隔膜，现在主流的商业化钠离子电池隔膜还是基于锂离子电池的隔膜，例如 PP 隔膜，或者使用玻璃纤维隔膜。该技术利用功能化的二维纳米金刚石修饰 PP 隔膜，可以有效提高隔膜的耐热性、热传导能力、钠离子迁移率，特别是提高钠金属负极的循环稳定性。相对比较成熟的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 涂覆 PP 隔膜，该隔膜的杨氏模量更高，导热性更均匀。

**效益分析：**

### 1.经济效益分析

本专项提出的研究课题，涉及到构建郑州新能源产业体系从政策、环境和创新体系、以及重要的关键技术等。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新能源产业发展速度的重要基础产品，并逐步形成郑州新能源方向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，将奠定企业在新能源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长期持续发展的源泉。

## 25、晶须碳纳米管在储能器件中的应用研究

所属院系：河南先进技术研究院

**成果简介：**河南克莱威纳米碳材料有限公司生产的晶须碳纳米管纯度高、易分散、导电导热性能优异，为拓展其作为高端导电剂在储能器件中的应用。晶须碳纳米管在湿法电极中的应用，研究导电剂网络的复配及其对亚硅负极电化学性能的影响规律，并提升亚硅负极整体能量密度、倍率性能和循环性能，同时研究了晶须碳纳米管的分散机制和储能-导电耦合机制。晶须管在干法电极中的应用，研究了干法导电剂网络的分散与复配及其对超级电容电化学性能（单面电极厚度 100 微米）的影响规律：优化干法导电剂网络的分散制备、复配方案及复配比，并研究干法导电剂网络的复配对超级电容厚电极（大于 150 微米）电化学性能的影响。

**应用情况：**本技术是针对高端储能器件亟需的高性能导电电极进行的研究，进而减小电极的接触电阻加速电子转移，在动力电池、超级电容、固态电池等领域拥有十分广阔的应用场景。且本技术方法简单，成本低廉，不改变现有工业化生产工序，企业有现成的产品生产线（数百吨规模），能够快速实现大规模应用推广，且通用性极强，广泛适用于各种储能电极材料。

**效益分析：**该技术属于储能电极材料技术领域，具体涉及锂离子电池、钠离子电池、超容等储能器件用复合导电剂、复合导电剂浆料及其制备方法。此外，本技术可以在不大幅度改变现有的工业生产线的基礎上，直接应用于目前的工业生产，可以有效替代进口 OCSiAl（奥科希艾尔）单壁碳纳米管，并提高电极整体导电性，从而提高企业的效益及核心竞争力。



## 26、一种大面积钙钛矿太阳能电池印刷制备的方法

所属院系：河南先进技术研究院

**成果简介：**该成果提出了一种创新的印刷制备技术，用于生产大面积钙钛矿太阳能电池。该技术通过简单的印刷工艺，实现了高效、低成本的大面积太阳能电池制造。其主要技术指标包括高能量转换效率，可达到20%以上，且制备过程环保无污染。技术创新点在于，采用印刷技术替代了传统的复杂工艺，大幅降低了生产成本，同时提高了生产效率。

此外，该方法还具有高度的灵活性，可以适应不同形状和大小的表面，为太阳能电池的应用开辟了更广阔的空间。该成果的优势在于，实现了大面积钙钛矿太阳能电池的高效、低成本制备，具有极高的市场应用价值，有望推动太阳能发电技术的进一步发展，为全球的能源转型和可持续发展做出重要贡献。

**应用情况：**大面积钙钛矿太阳能电池印刷制备技术，因其高效、低成本、环保的特性，适用于多种应用场景。在大型光伏电站、屋顶光伏系统、便携式太阳能充电设备等领域，该技术能够提供稳定、高效的能源供应，满足各种用电需求。此外，该技术还可应用于建筑一体化光伏系统，实现绿色建筑可持续发展。目前，该技术已与多家能源、光伏和建筑材料企业建立了合作关系。通过产学研合作，共同推进了钙钛矿太阳能电池在实际应用中的研究与开发。这些合作项目不仅推动了技术的进一步完善和优化，还为钙钛矿太阳能电池的市场推广和产业化奠定了基础。

**效益分析：**大面积钙钛矿太阳能电池印刷制备技术展现出显著的效益。在经济效益方面，该技术降低了生产成本，提高了生产效率，使得太阳能电池的价格更加亲民，有利于太阳能的普及和应用。同时，高效的能量转换率降低了能源消耗，减少了电费支出，为用户带来了直接的经济效益。在环境效益方面，该技术采用环保材料，无污染排放，有助于减少碳排放，保护环境。此外，大面积钙钛矿太阳能电池的应用，可以替代传统化石能源，为全球的能源转型和可持续发展做出贡献。社会效益方面，该技术的推广和应用，将促进光伏产业的发展，带动相关产业链的发展，创造更多的就业机会。同时，太阳能的普及和应用，也将提高人们的生活质量，推动社会的可持续发展。总体而言，该技术具有较高的综合效益，值得进一步推广和应用。

## 27、一种球形锂离子电池正极材料及其前驱体的制备方法

所属院系：化学学院

**成果简介：**一种球形锂离子电池正极材料及其前驱体的制备方法,该方法将新制备的纳米片状氢氧化镍作原料,并分散到水溶液中,在其中加入一定比例的钴盐,在封闭容器中反应数小时后可得到一种均匀的球形颗粒可作为制备锂离子正极材料的前驱体；然后使所得到的这种前驱体颗粒与锂盐混匀后高温煅烧,最后得到一种粒径均匀的球形锂离子电池正极材料。

**应用情况：**本发明涉及一种球形锂离子电池正极材料及其前驱体的制备方法。

**效益分析：**本发明的目的在于提供一种简单、高效、易于操作的制备球形层状氧化物锂离子电池正极材料及其前驱体的新方法，采用此方法所得到的材料的比容量、循环性能等均可得到明显的改善。

28、 锂二次电池用高容量正极材料及其制备方法

所属院系：化学学院

成果简介：本发明公开了一种锂二次电池用高容量正极材料及其制备方法。采用  $Ni_{1-x}Co_x(OH)_2$  ( $0 < x < 1$ ) 与一定比例的可溶性铝盐或氟化物溶液在封闭反应装置内反应，从而制得化学式  $Ni_{1-x-y}Co_xAl_y(OH)_{2-z}F_z$  ( $0 < x < 1, 0 < y < 0.4, 0 < z < 1.2$ ) 的前驱体；再将所制得的前驱体与锂盐充分混合后，在合适的气氛和温度下煅烧，可得到锂二次电池用高容量正极材料  $LiNi_{1-x-y}Co_xAl_yO_{2-z}F_z$  ( $0 < x < 1, 0 < y < 0.4, 0 < z < 1.2$ )。

应用情况：本发明的目的在于提供一种镍钴铝酸锂二次正极材料及其制备方法和氟离子修饰方法，所述电池材料的不同元素组成比例可调节，具有高的比容量和优秀的循环性能。

效益分析：本发明的操作方法简单易控，绿色环保，所得到的锂二次电池正极材料比容量高、循环稳定性好并且倍率性能优异。

29、 一种钠/钠离子电池无纺布隔膜及其制备方法

所属院系：化学学院

成果简介：本发明属于化学电源领域,具体涉及一种钠/钠离子电池无纺布隔膜及其制备方法。无纺布隔膜由无序排列的改性醋酸纤维素的纤维构成,纤维直径在  $0.05-5\mu m$  之间,无纺布隔膜厚度在  $5-300\mu m$  之间,机械性好,对电解液良好对润湿性能,可稳定存在于钠/钠离子电池有机电解液中。具体制备方法：首先配置醋酸纤维素溶液,通过静电纺丝制备醋酸纤维素隔膜,然后利用碱性溶液对其进行改性,通过调节醋酸纤维素隔膜上乙酰基的数量,从而使得改性醋酸纤维素隔膜既可以稳定存在于钠/钠离子电池电解液中,起到隔绝电池正负极的作用,又使得改性醋酸纤维素隔膜对电解液有优异对润湿性能。

应用情况：属于化学电源领域,具体涉及一种钠/钠离子电池无纺布隔膜及其制备方法。

效益分析：无纺布隔膜由无序排列的改性醋酸纤维素的纤维构成,纤维直径在  $0.05-5\mu m$  之间,无纺布隔膜厚度在  $5-300\mu m$  之间,机械性好,对电解液良好对润湿性能,可稳定存在于钠/钠离子电池有机电解液中。



30、一种电池用改性聚丙烯腈无纺布/二氧化硅气凝胶复合隔膜及其制备方法

所属院系：化学学院

成果简介：本发明公开了一种电池用改性聚丙烯腈无纺布/二氧化硅气凝胶复合隔膜及其制备方法。该隔膜为在改性聚丙烯腈无纺布纤维表面原位生长二氧化硅气凝胶，制备方法为：首先制备聚丙烯腈无纺布，将聚丙烯腈无纺布浸渍在碱性溶液中水解并用氨水的乙醇溶液处理，之后把改性聚丙烯腈无纺布浸渍在二氧化硅溶胶中，二氧化硅气凝胶可均匀的生长包覆在纤维表面，干燥后可得到复合隔膜。

应用情况：本研究采用了易于大规模应用的聚丙烯腈无纺布作为复合隔膜基底，采用耐热性好、质量轻的二氧化硅气凝胶作为包覆材料，该复合隔膜的耐热温度可达 240 ℃，极大的提高了隔膜耐热性。

效益分析：该复合隔膜可适用于锂离子电池、钠离子电池，并具有优异的安全性能及电化学性能。

31、一种高安全电池隔膜及制备方法

所属院系：化学学院

成果简介：本发明提供了一种高安全电池隔膜及制备方法，以聚醚砜和聚偏氟乙烯-六氟丙烯为原料，采用静电纺丝法和后期辊压机压制处理制备，用于提升电池的安全性和能量密度。所述电池隔膜中聚醚砜所占质量分数为 20-70%、聚偏氟乙烯-六氟丙烯所占质量分数为 80-30%。本发明的优点在于结合两种互补聚合物的优势，具体来说，聚醚砜耐热性好，聚偏氟乙烯-六氟丙烯化学性质稳定。

应用情况：本研究通过静电纺丝聚醚砜与聚偏氟乙烯-六氟丙烯获得了超薄、表面无孔且纤维内部具有蜂窝状结构的电池隔膜。

效益分析：本发明制备的电池隔膜具有高安全性，表现为阻燃性和优异的机械强度，在 240℃恒温 30 分钟依旧保持尺寸稳定性。

### 32、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、电容炭等，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）。

### 33、一种高适应性建筑屋面漫射采光装置

所属院系：建筑学院

**成果简介：**一种高适应性建筑屋面漫射采光装置，涉及导光照明领域，是一种安装于屋顶的可取代普通瓦的采光、导光结构。采光装置与屋顶瓦片形状相同，底部与导光结构相连。导光结构由可上下滑动伸缩的上、下导光管道组成，顶部有上防水胶垫，下导光管道外侧有下防水胶垫和挡板，底部通过卡合结构连接光源漫射罩。该装置能够与坡屋顶结构紧密结合，对建筑风貌影响小，安装稳固且防水效果好，可配合多种不同厚度的坡屋顶结构，引入室内的光源更加柔和、均匀，避免了采光瓦易出现炫光的问题，有效改善室内光环境，符合绿色低碳环保的可持续发展理念。

**应用情况：**该项目已完成两项专利实施许可：1.受让方：河南宏盛古建园林设计有限公司，有效期2024.06.25—2026.06.24，金额：10 万元；2.受让方：河南圣锦建设工程有限公司，有效期2024.08.22—2025.12.31，金额：10.5 万元。

**效益分析：**该专利在投入方面，包括研发成本，需资金进行技术创新和设计优化；生产成本，涵盖原材料采购、生产设备和人工成本；推广成本，为开拓市场需投入营销费用。在产出方面，经济效益上，因其高适应性有可观的销售收入，且能减少建筑白天照明用电，节省大量电费；环境效益上，降低照明用电可减少碳排放，符合环保理念，有助于建筑获得绿色认证；社会效益上，能够改善室内光环境，提升使用者的舒适度和工作效率。



34、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

35、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，社会经济效益巨大。

### 36、酒糟高值化利用技术

所属院系：机械与动力工程学院

**成果简介：**酒糟资源化利用业技术是将白酒及燃料乙醇企业产生的废弃物酒糟进行高值利用，能有效减少因酒糟废弃产生的碳排放量，响应国家“碳中和”、“碳达峰”的建设和规划发展，具有重要的经济和社会效益。本项目通过开展对B浆的综合提取和利用，耦合现有酒糟饲料制备技术，实现饲料品质提升，进一步通过工艺优化完善酒糟饲料提质技术路线，拓展下游产业链；同时通过酒糟抗性蛋白的提取和利用，结合现有营养品制备工艺，实现酒糟制备减肥代餐的高值化技术路线，为酒糟的资源化利用提供技术保障。

**应用情况：**项目通过对酒糟饲料的提质技术、酒糟制备减肥代餐产品的高值化技术等开展研究，实现白酒及燃料乙醇行业酒糟的资源化利用。项目实施不仅有利于推动生物质可再生资源的综合利用，而且有助于提升本地相关产业的技术发展与产业升级。

**效益分析：**项目开发产品酒糟饲料及代餐产品均属于高值产品，经济效益明显。

## 四、能源与环境





四、能源与环境（共25项）

- 1、铝电解大修渣生产氟化镁和霞石/石墨粉关键技术
- 2、一种高水溶性聚磷酸铵及其合成方法和应用
- 3、植物油基聚氨酯包膜肥料的开发及应用
- 4、先进微纳米光催化材料及在环境污染治理与过氧化氢生产的应用
- 5、黄腐酸类水溶肥抑晶剂及其制备方法
- 6、模块化钢结构建筑成套技术
- 7、高频次高分辨率高精度遥感水质反演方法与软件平台
- 8、一种基于图论理论的水系功能连通格局优化方法
- 9、新型大处理量金属矿抛尾智能化跳汰精确分选技术及装备
- 10、砂性肥料造粒关键技术及产业化应用
- 11、一种基于变形控制的高填方大直径钢波纹管涵关键施工技术
- 12、新型自研高效难处理氧化矿分选捕收剂推广应用技术
- 13、水泥路面、机场道面与高铁无砟轨道隐蔽病害快速诊治成套技术
- 14、污水低碳脱氮关键技术与装备
- 15、VOCs废气资源化回收及深度处理关键技术研究及应用
- 16、污水低碳处理及尾水生态提质成套技术体系示范应用
- 17、一种湿地公园式生态水净化系统的构建方法
- 18、废旧塑料高效分离技术
- 19、一种丝状好氧生物颗粒污泥工艺
- 20、高效复合太阳能蒸发器技术研发与产业化应用
- 21、难降解有机废水高效臭氧催化氧化催化剂及耦合电催化氧化工艺
- 22、废水与生物质协同电解制氢技术
- 23、污水高清洁度净化技术
- 24、新型高蛋白植物“肥肥草”的快繁技术与高效利用
- 25、一株乳酸乳球菌乳酸亚种及其在低温青贮中的应用

1、铝电解大修渣生产氟化镁和霞石/石墨粉关键技术

所属院系：材料科学与工程学院

成果简介：

功能用途和技术指标：

针对铝电解大修渣体量大、污染大、可溶氟含量高的资源特点，开发了大修渣生产氟化镁和霞石/石墨粉关键技术，突破了大修渣 Na/Al/F/Si/C 组分难分离难提取的技术瓶颈，F和C回收率大于99%，Na和Al全量回收。

技术创新点与优势：

发明了大修渣制备 MgF<sub>2</sub> 新工艺，率先使用助剂促进氟化物/氯化物/碳化物的分解，有效分离 F 和 C，解决了现有技术 F 和 C 分离不彻底、污染大的共性难题。发明了大修渣制备霞石新工艺，有效破坏莫来石结构，实现了 Na/Al/Si 元素全量回收，突破了传统技术 Na/Al/Si 回收率低、酸碱消耗大的世界难题。技术完全自主创新，整体技术居于国际领先水平，推广应用后，年产氟化镁 20 万吨、石墨粉 35 万吨、霞石 35 万吨，年产值可达 37 亿元，符合国家资源循环利用战略，经济效益和社会环境效益显著。

应用情况：

应用场景：

该成果适用于铝电解槽大修产生的大修渣，应用后将实现大修渣中钠/铝/氟/硅/碳组分的增值利用。

应用合作情况：

2022 年 9 月 5000 吨示范线投产运行，2023 年 3 月完成成果评价，2023 年 10 月完成 5 万吨项目设计招标。合作单位是百色实华环保科技有限公司，该公司是茂名石化实华股份的全资子公司，是一家专业从事铝工业二次资源循环利用的环保企业。

转化情况：

贵州华信环保、青海海鼎集团有潜在的技术需求，已经完成 10 万吨大修渣生产氟化镁和霞石/石墨粉可行性研究报告。下一步需要下大力气、与潜在客户进行多次面对面技术交流，加快推进成果转化合同的签订。

效益分析：以投建 10 万吨大修渣制备氟化镁和霞石/石墨粉项目为例，厂房设备投资约 8000 万元，投产运行后，年产氟化镁约 2 万吨、石墨粉 3.5 万吨、霞石 3.5 万吨，按照氟化镁售价 8000 元/吨、石墨粉 4000 元/吨、霞石 2000 元/吨，年产值约 3.7 亿元；每吨大修渣的全成本约 2000 元/吨，年运行成本 2 亿元，年毛利润约 1.7 亿元，经济效益非常显著。

投资回收期短、约 2 年（含建设期）。

## 2、一种高水溶性聚磷酸铵及其合成方法和应用

所属院系：生态与环境学院

**成果简介：**本成果提供了一种高水溶性聚磷酸铵及其合成方法和应用。该合成方法包括：在封闭环境中，先将磷酸脲和磷元素补充剂混合，然后经熔融、发泡聚合反应、冷却和粉碎处理，制得整体为无定形态的高水溶性聚磷酸铵，其中，所述磷元素补充剂和磷酸脲的摩尔比为(0~0.5):1，所述磷元素补充剂中的磷含量高于磷酸脲中的磷含量，聚合反应温度190~270℃，聚合反应时间90~240min。所述高水溶性聚磷酸铵整体呈无定形态，按质量百分比计算，包括：磷酸铵5~15%、焦磷酸铵8~28%、三聚磷酸铵10~32%、四聚磷酸铵20~35%、五聚磷酸铵10~30%、五聚以上磷酸铵5~10%。上述高水溶性聚磷酸铵可用作肥料，特别是水溶肥。

**应用情况：**可作为复合肥、水溶肥、液体肥及其原料肥，应用于经济作物、大田作物等，特别适用于水肥一体化场景，节水、节肥，肥料利用率高。暂无应用合作及转化情况。

**效益分析：**该技术及产品结合水肥一体化技术，从源头上降低肥料使用不当对农业面源污染的影响，解决肥料利用率低等顽疾，发展潜力巨大，可形成多个产业链条，是环保战略性新兴产业，能够培育新的经济增长点和新动能。

## 3、植物油基聚氨酯包膜肥料的开发及应用

所属院系：生态与环境学院

**成果简介：**我国每年肥料用量达到5000万吨，但是利用率只有20-40%左右，长期大量施肥既造成了资源的浪费、又造成了环境的污染。本项目以价格低廉的工业级蓖麻油、甘油和多亚甲基多苯基异氰酸酯(PM-200)为原料，以纳米材料为改性剂，开发了多种改性蓖麻油基聚氨酯包膜尿素产品。本技术采用的原料都是工业级的，原料来源广、成本低，采用植物油代替石油基材料、材料绿色易降解，可以通过调控制备功能多样的包膜尿素，包膜尿素的缓释期70-120天。

本产品减施20%情况下，施肥成本没有增加，而且可以提高小麦、玉米20%以上的产量，效果优于市售包膜肥料。应用情况：开发的植物油基聚氨酯包膜尿素已在兰考、禹州、新乡累计开展了1000余亩小麦、玉米大田试验。在小麦大田试验中，减施20%的情况下，底肥+追肥：较农户习惯（追肥）增产33.5%；较市售包膜肥（追肥）增产15.1%。

底肥+不追肥：较农户习惯增产30.3%；较市售包膜肥增产12.3%。在玉米大田试验中，减施20%情况下，较农户习惯增产20%左右。

**效益分析：**使用包膜尿素作为底肥，能够减少尿素施用量20%，并且成本不会增加。这意味着农户在不增加支出的情况下，可以更有效地利用肥料。对于小麦种植，使用包膜尿素后无需再进行追肥，这大大节省了人力和物力。农民无需在繁忙的农忙时节再花费额外的时间和精力进行追肥操作。包膜尿素能够大幅提高小麦的产量，确保农户获得更丰厚的收成。

普通尿素的价格为2100元/吨，而包膜尿素的价格为3100元/吨。包膜成本在700-800元/吨之间。企业生产包膜尿素每吨可获得200-300元的利润，体现了包膜尿素在企业生产中的经济优势。



## 4、先进微纳米光催化材料及在环境污染治理与过氧化氢生产的应用

所属院系：郑州大学力学与安全工程学院

成果简介：本课题针对目前世界环境污染的问题，应用先进的光催化技术，实现了水中污染物的降解。本工作利用磁控溅射技术研究并制备了一系列高性能、高稳定的薄膜光催化剂。光催化薄膜能在 2h 内降解 91.8% 的罗丹明 b，并且在四个循环内保持良好的稳定性。本课题制备的光催化薄膜性能优异、效果稳定且利于回收，为高效可持续地降解水中污染物提供了技术支撑。

同时，针对当今社会资源短缺的问题，本课题研发了性能优异的粉末光催化剂。该催化剂以地球上充足的水和氧气为原材料，利用光能生产过氧化氢。过氧化氢生产效率达到  $866.6 \mu\text{mol L}^{-1} \text{h}^{-1}$ 。该粉末催化剂性能位于同类型材料前列，且易于制备和大规模生产，对工业上生产清洁能源具有指导意义。

应用情况：当今全球面临着环境危机，其中，与水生污染有关的危机尤为严重。光催化技术是消除和降解这些水污染物的有效途径之一。本工作制备性能优异且利于回收的光催化薄膜。该薄膜可利用于降解工业污水中的污染物。通过紫外光照射，能有效的提高废水污染物（如染料，四环素，和重金属）在光催化薄膜表面的降解与矿化。

此外，过氧化氢作为一种清洁能源，在包括化学品合成、环境修复和发电等领域有着广泛应用。然而，过氧化氢的制备，储存和运输过程成本昂贵且会生产对环境有害的副产物。本工作制备了生产过氧化氢效果显著的光催化剂。该催化剂能够以水和氧气为原材料，利用光能生产过氧化氢。减少了生产成本且避免了有害副产物的产生。

效益分析：工业和城市地区的迅速扩张导致各种有机污染物排放到环境中，给生态系统和人类的福祉带来了重大风险。针对工业废水中的有机污染物，传统的废水处理技术（如过滤，吸附，和消毒）并不能将其完全消除，严重危害了人体健康。本工光催化薄膜能有效去除水中的有机污染物，为高效可持续地降解水中污染物提供了技术支撑。此外，过氧化氢作为一种清洁能源，在各个领域有着广泛应用。然而，传统的过氧化氢生产方法（如蒽醌法）成本昂贵且会排放有害副产物。本工作制备的光催化剂能利用成本低廉的水和氧气，利用光能生产过氧化氢，是一种清洁的能源生产方式。

## 5、黄腐酸类水溶肥抑晶剂及其制备方法

所属院系：化工学院

成果简介：功能用途：水溶肥具有全元素水溶性、养分全面、高利用率等特征，在现代农业植物营养中应用广泛，由于全溶性水溶肥生产技术高，储存过程和使用过程中，受到温度、浓度、水质等因素影响，易结晶析出，导致肥效降低和设备堵塞，本成果黄腐酸类水溶肥抑晶剂可以有效降低水溶肥在储存和使用过程中出现的结晶析出问题，提高肥料溶解性、稳定性和利用率，保护灌溉设备。技术指标：棕色粉末，含水量<5%，对磷酸钙抑晶率>90%。技术创新点：工艺简单，抑晶效果显著，适用范围广。优势：显著提高肥料溶解性，保护灌溉设备，降低肥料施用量，提高肥料利用率。应用情况：应用场景：①大田农业灌溉施肥，②现代设施农业种植施肥，③果树等高经济价值作物种植施肥，④工业锅炉加热制水。

应用合作情况和转化情况：与洛阳昊海环保科技有限公司签订了为期三年的专利实施许可。

效益分析：

投入分析：投入包括原料、生产设备等，黄腐酸、丙烯酸、引发剂等均为常见原料，市场稳定、价格相对稳定，成品增值较高。生产工艺简单、生产设施为通用设备。

产出分析：黄腐酸类水溶肥抑晶剂产品性能稳定，有效抑制沉淀物生成，具有很强的市场竞争力，随着水肥一体化技术的推广和发展，黄腐酸类水溶肥抑晶剂的市场需求也在不断增加。特别是在地下水水质较硬、易产生沉淀物的地区，该产品的市场需求更为旺盛。

## 6、模块化钢结构建筑成套技术

所属院系：土木工程学院

成果简介：模块化钢结构是一种高度集成的装配式建筑，具备绿色环保、施工高效、质量精良等技术优势，本项目主要创新点及技术指标如下：

1.解决了模块化钢结构高效连接“卡脖子”技术难题。发明了具有自主知识产权的模块化钢结构高效连接节点，形成模块吊装-定位-连接-拆卸一体化技术。

2.解决了模块化钢结构抗震设防“卡脖子”技术难题。建立了模块化钢结构抗震设防体系与分析设计理论，采用本项目技术，可使模块化钢结构震后残余层间位移角降低约80%，抗震性能分析效率提升超过 50 倍，用钢量降低约 30%。

3.形成了模块化钢结构智能建造及工程应用成套技术。发明了模块化钢结构智能生产工艺与装备，提出了施工现场多区段、多专业并行建造管理技术与工法。

应用情况：本项目应用场景主要包括四大领域：

1.城市土地 1.5 级开发：例如雄安新区市民服务中心、深圳前海商务中心。

2.应急建造设施：例如火神山医院、香港竹篙湾隔离中心、平原新区隔离方舱等。

3.酒店/宿舍/公寓等居住项目：例如香港科技园人才公寓、深圳会展北国际酒店等。

4.办公/商业/学校等公共项目：例如江苏昆山福园工业邻里中心、河南工程学院远大综合楼等。

本项目产品入选国家火炬计划产业化示范项目，目前已在全国 15 个省（市、自治区、特别行政区）80 余个工程项目推广应用，总建筑面积超过 100 万平方米。同时，研究成果已在澳大利亚、英国、冰岛、美国、新加坡、挪威等全球多个国家成功应用，有力服务“一带一路”、“双碳”目标等重大国家战略。

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：本项目近三年新增销售额 15.14 亿元，新增利润 2.79 亿元，取得了显著的经济社会和环保效益。主要应用单位如下：国住人居工程顾问有限公司、中集模块化建筑投资有限公司、绿丰节能科技股份有限公司、中交建筑集团有限公司、广东中集建筑制造有限公司、河南省金华夏建工集团股份有限公司、二十二冶集团装备制造有限公司、河南六建重工有限公司，依据各应用单位经财务核算的应用证明叠加计算。另外，本项目部分经济效益体现在模块化建筑技术可节。

约大量建造时间，从而节约人力和设备租赁成本，利润测算中已经包括该部分。另外，对于海外工程项目，测算经济效益时已按经济往来发生时的汇率折算成人民币。



7、高频次高分辨率高精度遥感水质反演方法与软件平台

所属院系：水利与交通学院

成果简介：

功能：本研究成果研发了一套高时空分辨率和高精度的遥感水质反演方法与软件平台。技术指标：可实现区域高频次（每 3-5 天）、高精度（2-5米分辨率）的水质反演监测。

创新与优势：提出了耦合时空融合与神经网络的水质反演修正方法，该方法结合深度学习、时空融合算法及像元分解校正算法，可实现高频次、空间精细化的遥感水质反演方法新思路。综合了不同的遥感影像分别具有高时间分辨率或高空间分辨率的优点，结合多期低空间分辨率和部分高时间分辨率的影像，能够反演得到高时空分辨率和高精度的水质结果。

应用情况：水质监测是水污染防治和水质状况的重要判别依据。目前常用的实地水质监测方法相对费时费力、成本较高，无法实现大尺度高时效性的水质监测。随着丰富的遥感数据和不断改进的反演模型，促进了水质遥感监测的应用。但当前，1.遥感数据源难以同时满足高时间分辨率和高空间分辨率的特点，2.水质遥感反演模型的适应性也不足。本方法，1.提出利用时空融合模型生成新的高时空的融合影像数据，2.提出结合卷积神经网络和全连接神经网络的水质遥感反演模型。该方法可以推广至多个时期缺少高空间分辨率遥感影像的情况，从而实现时间高频次、空间精细化的遥感水质反演，对水质的动态监测具有重要的现实意义。

效益分析：目前常用的实地水质监测方法虽然能够精细地分析水质参数，由于常常受到水文条件和气候的限制，且实施起来费时费力、成本较高，无法实现大尺度且具有时效性的水质监测。在 100km 的中小河道水质监测中，应用本技术的单次监测费用为 15 万元。而常规水质监测采样需约 500个，每个水样采集费 300 元、化验费 400 元计，采集化验费用总额约 35 万元，采用本技术节支总额 20 万元。在湖泊水质监测中，估计或节支 50 万元。每年按照 2-3 项技术服务估算，每项服务按照 100 万元收入计算，年附加值可实现200-300 万元。

8、一种基于图论理论的水系功能连通格局优化方法

所属院系：水利与交通学院

成果简介：对于复杂河网水系来说，水系连通方案的选择决定了河道是否有效连通以及各种功能能否得以保障。为了获得最佳水系连通方案，基于前期水利部、河南省科研攻关研究成果，借助图论法构建了城市水系河网图模型；考虑多闸联合调度以及各节点水量平衡关系，并利用图模型的邻接矩阵和加权邻接矩阵来描述河网水系对水量的分配作用，进而计算整个河网水系各河段和节点的流量值；以水生态景观面积最大为优选目标，结合河网水量分配关系和水力约束建立了多闸联合调度下的水系连通方案优选模型，优选得到在不同工况下的最佳水系连通方案。基于以上研究基础，申请了水系连通方案优选方面的首个国家发明专利。

应用情况：本研究成果主要聚焦于流域尺度、区域尺度的河湖水系网络评价、优化与调控，提出的技术方法先后被水利部水利水电规划设计总院、长江水利委员会、河南省水利厅、南通市水利局等各级水行政主管部门借鉴和应用，为我国水资源合理配置和水系连通战略构建提供了很好的借鉴。

效益分析：本研究成果提出的水系连通评价与优化调控技术已成功应用于河流湖库中，如郑州市尖岗水库、温瑞塘河和横阳支江河流等河流的调度计划及生态流量目标方案确定中，累积推广应用河段长约 101.35 km, 控制流域面积约 1586.96 km<sup>2</sup>，为改善河流湖库水生态环境、生态流量目标确定和保障方案研究等方面提供了技术支撑，取得了显著的经济效益、社会效益和环境效益。

9、新型大处理量金属矿抛尾智能化跳汰精确分选技术及装备

所属院系：关键金属实验室

成果简介：针对矿石资源日益贫化、废石含量显著增高导致的分选技术挑战，本研究聚焦于河南洛阳地区低品位钼、钨、萤石等有色金属矿石，旨在解决其高效分选难题。我们开创性地提出了一套智能化解决方案：采用全水介质跳汰机进行废石抛尾，并结合机器学习技术优化风阀控制策略，实现了在纯水介质环境下对粗颗粒废石的高效智能化分离。

核心技术创新点在于，我们研发了新型智能化双侧进风跳汰机。该设备基于水介质跳汰机内部粗粒矿石流体动力学的深入分析，构建了一个集成水量、风量、床层松散度、床层厚度及入料量等多维度信息的智能采集与分析系统，形成了独特的智能化跳汰排矸技术。通过精细的物理构件设计以及对关键结构参数的精心优化，我们成功设计并制造出了跳汰机的核心部件，确保了设备的高效运行。

尤为重要的是，我们创新打造的“大型金属矿抛尾智能化跳汰机分选装备”，在金属矿及非煤矿石的预选领域展现出显著优势。该装备不仅大幅度降低了有色金属矿石的分选难度，而且有效促进了废石固废的资源化利用，为实现绿色矿业和可持续发展提供了有力支撑。

本研究通过智能化技术的引入与设备创新，为应对矿石资源贫化带来的分选挑战提供了高效、环保的解决方案，具有重要的应用价值和社会意义。

应用情况：我们与企业合作的跳汰机目前已在全国一百多个选煤厂得到广泛推广应用，将跳汰机优化结构后，进一步在有色金属矿进行推广应用。JYT 系列跳汰机投入市场以来，以其高技术性能和高可靠性，为选厂创造了可观的经济效益，生产实践表明：JYT 系列跳汰机比现有国内外所有跳汰机可提高处理能力 20%以上，能耗降低 20%以上，提高分选效率 3%以上，降低风阀噪音 30 多分贝，是最先进的跳汰机之一。我们将跳汰机进一步推广应用到贝壳与砂石的分离，并逐步延伸到有色金属矿石的高效抛尾领域，下面罗列部分企业应用情况：

表 1 新型高效智能化跳汰机应用情况表

序号	客 户 名 称	货物名称	规格	数量
1	沈阳矿务局灵山洗煤厂	跳汰机	16-2	1
2	黑龙江七煤集团煤气总公司洗煤厂	跳汰机	6-2	1
3	宁夏大武口洗煤厂	跳汰机	16-2	2
4	山西临汾吴锦洗煤厂	跳汰机	8-2	1
5	宁夏太西洗煤厂	跳汰机	16-2	5
6	宁煤集团新太华公司	跳汰机	14-2	1
7	山西临汾金堆煤矿选煤厂	跳汰机	8-2	1
8	四川达竹矿务局渡市选煤发电厂	跳汰机	12-2	1
9	山西襄汾九鼎洗煤厂	跳汰机	12-3	1
10	山西耀龙煤焦有限公司洗煤厂	跳汰机	10-2	1

效益分析：我们研发的跳汰机具有分选精度高、处理量大、智能化程度高、体积小、智能化程度高等优点，特别是在金属矿产（如钼、钨、萤石、金矿、铅锌矿、锰矿及铁矿等）的预先抛尾处理中，该跳汰机能够实现废石在选前的高效脱除，脱除率最高可达 30%，从而在经济效益、社会效益以及环保效益方面均取得了显著的成果。以钼矿为例，某选厂因采用传统工艺，每年从钼精尾中损失的钼金属量高达约 100 吨。而钼尾矿中，石英含量约 60%、长石约 18%、金云母约 13%等，这些均为有价非金属矿物，其中云母可用于橡胶、塑料及涂料等行业，长石和石英则是陶瓷和玻璃等工业的重要原料。通过引入我们的大型智能化跳汰机进行粗粒脉石的预先抛尾，可以有效实现对云母、长石和石英等矿物的综合回收，不仅大幅提高了资源的综合利用率，还显著增加了企业的经济效益。同时，这一技术的应用也有利于延长尾矿库的使用寿命，并对生态环境起到了积极的保护作用。

仅在磨矿成本方面，对于万吨级的选厂，预计每年可节约磨矿成本高达 1500 万元以上。



10、砂性肥料造粒关键技术及产业化应用

所属院系：化工学院

成果简介：本成果是郑州大学承担国家“十三五”重点研发计划项目的研发成果，突破了砂性肥料造粒的世界性难题，在造粒与溶散助剂新材料创制、砂性肥料造粒关键工艺技术及产业化平台等方面实现全产业链系统性创新，建成年产 20 万吨砂性肥料产业化大型装置，适用于钙镁磷肥、钾肥、有色金属冶炼熔渣、黄磷渣等砂性材料造粒生产圆颗粒中微量元素肥和土壤调理剂，实现了冶炼固废资源化、高值化利用；主持修订国家标准 GB/T 20412-2021《钙镁磷肥》；中国工程院院士、中国磷复肥工业协会理事长等业界知名专家评价该成果总体达到国际领先水平，填补了国内外空白，并载入 2021 年中国农业大事记，获河南省科技进步三等奖。

应用情况：本技术适用于钙镁磷肥、钾肥、有色金属冶炼熔渣、黄磷渣等砂性材料造粒生产圆颗粒中微量元素肥和土壤调理剂。成果在湖北富邦科技股份有限公司实现转化，建成 20 万 t/a 砂性肥料产业化大型装置，创制的产品累积服务面积超 500 万亩；并在安徽、湖北肥料企业应用。

效益分析：本项目开发的圆颗粒中微量元素肥料和土壤调理剂产品在不同区域、不同作物上应用，改土、增产、提质效果显著，作物增产幅度为 5.6%~31.5%，不仅带动农民增收，且创造了显著的社会效益和经济效益。

11、一种基于变形控制的高填方大直径钢波纹管涵关键施工技术

所属院系：土木工程学院

成果简介：针对传统高填方大直径钢波纹管涵施工中存在的变形控制难、施工速度慢、工后路基沉降大等突出问题；研发了一种可充分发挥波纹钢材料抗压强度的新型钢波纹管涵结构，并发明了在管涵两侧一定高度范围内填充水泥土代替普通填土或砂土，并对底部楔形部位进行注浆密实处理技术，有效解决了超高填方路基钢波纹管涵施工收敛变形大、易开裂的工程难题。并通过工程实践，形成了基于变形控制的管涵施工新工法，很好的解决在高填方路堤下按传统施工方法中管涵两侧回填土体侧向刚度不足和压实度难以满足规范要求的问题。经过初步统计，该工法较传统的施工工艺节省工程造价约 30%以上，缩短施工工期 40%，且有效减少碳排放量，符合国家提倡的绿色环保的施工理念。

应用情况：项目研究成果应用于高速公路、普通市道路及填方区高填方下钢波纹管涵施工。目前技术已成功应用于各类工程 30 余项，典型项目包括国道 310 南移项目三门峡段、安罗高速公路项目滑县段、国道 234(原省道 232)荥阳境国道 310 以北段改建工程、三门峡沿黄经济带公路灵宝段、郑洛高速公路巩义段高填方钢波纹管涵工程，以及郑州市轨道交通 2 号线二期工程文化路站、田园路站、金河路站、金达路站雨污水管线迁改与恢复工程中，近三年来累计创造直接经济效益 4000 余万元。

效益分析：目前，针对该项目虽然有一定的应用并产生了一定的经济效应，但由于该成果适用范围较为广泛，但不同地区的填土情况有所不同，在下一步中需要针对不同的填土类型进行了固化土的试验分析，以及填筑高度的确定，以便更大范围对该技术进行推广应用。从前期的试验及工程结果来看，每延米的高填方钢波纹管涵的施工费用可节省约 1 万元，节省工程的造价约 30%以上，而每个项目的研发费用约占整个工程造价的 10%左右，因此，采用本技术后经济效益显著；同时，采用该技术可以减少对土体压实度的要求，大大减少工程难度，缩短工期。

12、新型自研高效难处理氧化矿分选捕收剂推广应用  
技术

所属院系：关键金属实验室

成果简介：本人围绕难选氧化矿浮选（氧化锌矿、氧化铜矿、氧化钼矿、萤石、锂辉石等矿石）开展研究工作，主要基于高效浮选药剂的设计，研究采用新型浮选药剂制度，实现难选氧化矿的高效回收，取得了一系列突破性成果如下：①针对难处理萤石矿石分选，本人采用新型多配体捕收剂ZZUO-01，获得指标 CaF<sub>2</sub> 品位为 97.07%，回收率 92.81%的萤石精矿，选矿指标特别优异，研究成果获得企业认可，并签订横向项目推广应用；②氧化锌矿浮选方面，针对难选氧化锌矿与脉石矿物方解石、石英分离难得核心问题，研发了新型多配体脂肪酸捕收剂 ZZUS-01 和 ZZUG-01 等药剂，提高了氧化锌矿石的分选指标，针对四川极难选的选锌尾矿，浮选回收率可接近 50%；③在氧化钼钨矿浮选领域，研发了具有新型脂肪酸捕收剂 ZZK-01，采用新型浮选流程，辉钼矿浮选阶段 Mo 回收率为 44.542%，钼精矿品位 29.194%；氧化矿浮选阶段 Mo 回收率为 19.407%，WO<sub>3</sub> 回收率为 49.538%，总 Mo 回收率达到 63.950%，Mo+WO<sub>3</sub> 品位 27.408%，研究成果获得企业认可，并签订项目推广应用。

应用情况：

基于我们研究成果获得的应用推广现状：

- 1.龙脖凹矿业有限公司萤石选矿试验，已经签订协议并高效完成研究任务，开展推广；
- 2.马来西亚孟亚坡多金属矿采选项目，已经签订协议并基本完成研究任务，开展推广；
- 3.夜长坪微细粒难处理资源综合回收关键技术开发，已经签订协议，开展推广；
- 4.一种从金并完刚石切割线分离提取镍的工艺，已经签订协议成研究任务，开展推广；

效益分析：事实上，氧化矿的浮选面临严峻挑战。以氧化锌矿为例，尽管我国每年需大量进口锌矿资源以满足工业需求，但国内却蕴藏有估值超过 3000 亿元人民币的难处理氧化锌矿资源，这些资源因技术限制而难以通过浮选工艺实现有效回收。我们的研究成果有望应用于开发这一宝贵资源的高效绿色选冶回收新工艺，目前正在推广应用；以萤石为例，本团队的研究成果可以提高 2-5 个回收率，有望解决当前分选指标差的难题，工业推广应用不仅提高企业效益（年效益提高 200 万元以上），并与企业签订协议。团队研发的技术的推广应用不仅提高了企业的经济效益，更重要的是高效利用战略性矿产资源，对于国家矿产资源安全稳定供应具有明显的积极意义。



13、水泥路面、机场道面与高铁无砟轨道隐蔽病害快速  
诊治成套技术

所属院系：水利与交通学院

成果简介：该项目针对水泥路面、机场道面和高铁无砟轨道等交通基础设施病害诊治难题，系统开展隐蔽病害快速检测及修复理论、技术和装备等方面研究并取得重大突破，形成了具有多项自主知识产权的系统创新成果，解决了水泥路面、机场道面和高铁无砟轨道等交通基础设施隐蔽病害诊治关键科学技术难题。项目成果具有检修一体、诊治融合、精准高效、经济环保等特点，开创了水泥路面、机场道面与高铁无砟轨道隐蔽病害快速诊治技术的新途径。成果成功应用于云南 G85 高速公路、山东威青高速、郑州新郑国际机场、首都国际机场、兰新高铁、郑徐高铁等数十项高速公路、机场、高铁的病害诊治和应急修复工程，产生了巨大的经济、社会和环境效益。

应用情况：本项目技术成果已成功应用于 G85 高速公路云南段、山东威青高速公路、安徽界阜蚌高速公路、合六叶高速公路、江苏京沪高速公路、山西太旧高速公路、浙江金丽温高速公路、郑州新郑国际机场、珠海机场、北京首都国际机场、深圳宝安国际机场、杭州笕桥机场、西昌青山机场、兰新高速铁路、郑徐高速铁路等 20 余个省市的数十项高速公路、机场、高速铁路的病害诊治与应急修复工程，产生了巨大的经济、社会和环境效益。

效益分析：

- 1.本项目技术成果诊治病害精准高效，不需养生，节省工期 70%以上，明显降低了对交通的干扰，大大提升了道路、机场和高铁的通行能力。
- 2.本技术成果诊治病害实现了维修范围和维修工艺双精细，处治病害针对性强。与传统开挖维修相比，高聚物注浆技术可节约维修费 30%以上，且耐久性好，根治病害、一劳永逸。
- 3.本项目提出的高聚物注浆隐蔽病害快速维修技术，充分利用了病害道面原有结构层材料，避免了开挖维修造成的资源浪费和环境污染，符合国家节能减排、保护环境发展战略要求。

14、污水低碳脱氮关键技术与装备

所属院系：生态与环境学院

成果简介：针对污水深度脱氮和降碳脱氮的共性需求，建立了异养硫自养耦合的低碳脱氮路径，并创新反应器开发，形成了污水低碳脱氮技术体系与装备，可降低 30%-45%的碳源投加量和碳排放量，为双碳政策下污水脱氮处理提供有效的技术支撑。技术荣誉如下：

- 1.污水低碳脱氮关键技术与装备入选《绿色技术推广目录（2024 年版）》；（国家发改委）
- 2.“污水低碳脱氮关键技术与装备”获“河南省科技进步奖二等奖”；（河南省人民政府）
- 3.污水低碳深度脱氮处理技术入选《2024 年生态环境保护实用技术装备和示范工程名录》的生态环境保护实用技术清单；（中国环境保护产业协会）
- 4.“ZHLC-D1 低碳深度脱氮反应器”被认定为《2024 年河南省首台（套）重大技术装备》；（河南省工信厅）

应用情况：

应用场景：本项目技术和装备适用于市政污水和石油化工、煤化工、制药、造纸、酿酒和食品加工等各类工业废水的脱氮处理，可实现水中氮类污染物的低碳去除。应用合作情况：该技术研发和转化过程中积极与大型国有企业和上市公司开展合作，有效加速了技术的落地转化。

目前，该技术已在全国范围内成功应用，涵盖海南、广东、浙江、辽宁、新疆、山东、山西、安徽以及河南等地，合作企业包括双汇集团、河南心连心化肥公司等龙头企业，具有良好的示范效应。此外，大连瓦房店 12 万 m<sup>3</sup>/d 脱氮项目树立极寒地区脱氮典范。

转化情况：目前，技术已进入产业化应用阶段，在市政、制药、石油化工、化肥、食品加工等行业已实现工程案例。

效益分析：

投入分析：当前，该技术已经较为成熟阶段并成功投入产业化应用。为进一步巩固这一成果，未来需要持续的资金注入，着重于技术的迭代优化以及市场宣传推广活动。产出分析：本项目紧密围绕国家政策导向和市场需求，技术成果优势突出，市场前景广阔。通过高效处理污水中的氮类物质，可有效改善水体水质，降低水体富营养化的风险，保护了水生态系统的健康与多样性。这不仅是响应国家“双碳”目标的重要举措，也是构建资源节约型、环境友好型社会的关键一步，对于维护自然水体的自净能力和促进生态平衡具有不可替代的作用，预期将在未来产生深远的社会效益。

15、VOCs废气资源化回收及深度处理关键技术研究及应用

所属院系：生态与环境学院

成果简介：本成果用于 VOCs 废气资源化回收及深度处理，该成果经第三方成果评价达到国内先进水平。该成果包括对负载功能微生物复合填料制备技术、生物净化工艺优化集成技术、两级复叠制冷技术进行创新。针对极寒天气微生物处理效果差的问题，经过研发筛选出2株耐低温高效 VOCs降解菌株，并进行保藏；针对难溶性 VOCs，研发出 VOCs快速传质技术，提高了 VOCs 气体的净化效率；根据气体特点，对具有回收利用价值的高浓度单一 VOCs 气体，研发集成一套 VOCs 废气资源化回收及深度处理设备，经深冷及生物净化处理后 VOCs 的回收率及净化效果达到 99% 以上。

应用情况：本成果已在污水处理行业、恶臭异味处理行业、化工行业、石化行业、加油站、发酵行业、喷涂行业、建材燃烧行业等多家企业应用，约 100 套成套装备已投入实际使用日废气处理量可达到 1000 万 m³。据河南省微生物工程学会统计，2020 年生物法发酵恶臭异技术治理产品在河南省内市场占有率 40%；2021 年河南省内市场占有率 41%，市场占有率已达到河南省行业内第 2 名。通过实施 VOCs 废气生物净化强化技术，可以降低废气处理设备的能源消耗，从而减少能源支出，节能减排符合我国的环保治理要求，具有较好的经济效益。

效益分析：

1.改善环境治理：通过治理 VOCs，减少空气污染物的排放，改善城市空气质量，减少雾霾和光化学烟雾的形成，保护自然生态系统，提高公众的整体健康水平；促进工业和生产方式的转型升级，推动经济可持续发展。

2.增强公众环保意识：本项目的实施增强了公众的环保意识，引导人们对环境问题有更深入的了解。通过项目实施及普及环保知识，促进了环保科普和文化建设使公众更加重视环保问题，不断提升环保意识和素质。

3.减少碳排放：治理 VOCs 减少了有害物质的排放，在某些情况下减少能源的浪费，提高生产效率。

4.促进就业：VOCs 治理需要涉及技术、设备、监测等多个领域，本项目近三年超过 100 个应用案例，创造了大量就业机会，促进绿色经济的增长。

16、污水低碳处理及尾水生态提质成套技术体系示范应用

所属院系：生态与环境学院

成果简介：

功能用途：

本成果属污水处理领域，面对日益严格的水环境要求，采取生化和生态处理方式，形成高效低碳的深度脱氮除磷成套技术体系，强化污水和尾水中氮磷以及有机物的去除。

技术指标：

1.相对传统生化工艺，本成果在碳源相对较少情况下可获得更高的脱氮率，技术运行成本低（≤0.5 元/吨）。

2.尾水经生态湿地处理后主要指标达到《地表水环境质量标准》Ⅳ类及以上水质，TN 去除率不小于 20%。相对表流湿地，减少占地面积 80%；相对潜流湿地，工程投资减少 50%。

技术创新点与优势：

本成果已获发明专利 5 项，实用新型专利 5 项。

1.有效解决了异养菌对硝化菌的竞争抑制，实现了碳氧化系统和硝化反硝化系统的有效结合和各阶段碳源利用的精准控制，提高了生活污水二级处理的脱氮效率。

2.通过湿地水质净化系统的功能分区、植物带、强化除磷生态滤床优化工艺流程、人工介质水质强化净化、塘体岸线生态护坡以及植物群落水质净化功能配置等关键技术的实施，提高处理的水力负荷，以实现氮磷及有机物的有效去除。

应用情况：

应用场景

本成果适用于低 C/N 比或高氨氮、高 COD 生活污水的二级处理，以及污水经处理后尾水的生态提质，同样适用于低污染河道水的水质净化，可有效支撑流域内下游河流断面持续稳定达标。



### 应用合作情况

已经与中原环保郑州设备工程科技有限公司、河南冠宇环保科技有限公司合作，先后完成技术创新、工程示范。

### 转化情况

该成果自应用以来，在新密市袁庄乡移民小区污水处理厂，处理规模 700 吨/天，新密市岳村镇赵寨五星社区污水处理厂，处理规模 500 吨/天开展了示范工程建设。同时，与中原环保郑州设备工程科技有限公司开展了设备研发，开发了 10t/d~200t/d 一体化污水处理成套设施。在尾水生态处理方面先后在唐河县城市污水处理厂尾水湿地建设项目、故县水库饮用水水源保护区综合治理工程、洛阳北城水务有限公司尾水净化人工湿地生态湿地修复项目、兰考县城市污水厂尾水湿地建设项目等项目示范应用。其中唐河县城市污水处理厂尾水湿地建设项目被作为“美丽河南实践典型案例”10 个先进典型案例之一获得省生态环境厅通报表扬。

### 效益分析：

#### 环境效益

可大幅降低污水处理或尾水/低污染河道水的生态湿地处理建设成本和运维成本，削减 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 等污染物指标，切实提升河流水质。

针对污水低碳处理专利技术成果，进行了一体化高效脱碳脱氮除磷工艺的示范应用。累计应用规模达 16570 吨/天。累计消减污染物 COD<sub>Cr</sub> 约 1814 吨/年、氨氮约 241.9 吨/年、TP 约 18.1 吨/年，年节约运行成本共计 85.9 万元/年。

针对尾水生态处理专利技术成果，总示范应用规模近 25 万 m<sup>3</sup>/d，进水以污水处理厂排放一级 A 标准，出水以 COD、NH<sub>3</sub>-N、TP 等污染物指标达到《地表水环境质量标准》IV 类及以上水质进行测算，每年可削减 COD 1825 吨、氨氮 319 吨、TP 18.25 吨。

#### 经济效益

本成果研发的污水生化处理或尾水生态治理相关技术工程示范，企业实现产值 8000 万元以上，利税 1000 万以上。

## 17、一种湿地公园式生态水净化系统的构建方法

### 所属院系：生态与环境学院

**成果简介：**湿地公园是集水质净化、湿地保护、科普教育、生态观光、休闲娱乐于一体的公益性生态公园，兼具生物多样性保护、淡水资源维持、污染物降解和城市旅游发展等功能。本项目创新性地提出湿地公园式生态水净化系统构建方法，结合生物和生态净化技术，通过自由组合设计，显著降低运行成本，同时具备优良的景观效果和教育功能。项目成果已获授权发明专利 50 余项，发表相关论文 80 余篇（含 45 篇 SCI），该技术经鉴定达到国际领先水平。目前已在全国 100 余项工程中推广应用，涵盖景观水体治理、农村污水处理及流域生态修复，取得显著的社会、生态和经济效益。

**应用情况：**为加快实现本专利的市场价值与生态效益，郑州大学对技术进行小试、中试优化，解决实际应用中的难题，并依托高校平台与郑州大学综合设计研究院、源致和环保科技有限公司等 10 余家企业达成战略合作，提升市场竞争力，推进专利技术应用。目前，本专利已在荥阳市、崔庙镇及信阳市、李家寨镇等生活污水人工湿地工程中应用，出水水质达到《城镇污水厂污染物排放标准》（GB18918-2002. 一级 B 标准，解决农村污水问题，改善居民环境；在郑州航空港区双鹤湖中央公园水质提升项目中，构建完整水生态系统，实现长效自净功能；在新乡凤泉湖人工湿地项目中，处理尾水 3 万吨/天，出水达地表水 III 类标准，显著改善湖泊水质。专利成果已广泛推广，取得显著社会和生态效益。

**效益分析：**本专利技术结合生物与生态水质净化技术，灵活性高、通用性强，在农村污水处理、水源地污染净化、“海绵城市”建设等领域已实施 100 余项工程。技术优势显著，相比传统技术，基建投资降低约 30%-50%，运行成本减少约 20%-40%，能耗降低约 25%，且具备生态景观及社会教育功能。项目的应用有效改善了农村及城市水环境质量，保护水源安全，提高生态服务价值。如荥阳市楚村污水工程和信阳环湖治理董家河项目，出水达到一级 A/B 排放标准，直接提升居民生活环境；玉溪市大矣资人工湿地工程日处理 3 万吨，出水达地表水 III 类标准；信阳南湾湖项目显著提升水质，为水源地保护做出突出贡献。这些项目改善环境的同时带动地方经济发展，间接提升了土地价值和居民健康水平。

## 18、废旧塑料高效分离技术

所属院系：化工学院

**成果简介：**塑料被广泛应用于包装、建筑、农业、汽车等行业，2022年全球塑料产率达到 4.0 亿吨，塑料的大量生产、广泛使用以及较短的使用寿命造成废旧塑料的数量急剧增加，全球只有不到 10%的塑料被回收，进入到环境中的废旧塑料造成严重污染问题废旧塑料的处理回收、塑料污染危机是全世界关注的问题。高效分选混合塑料是制约废旧塑料资源回收的瓶颈，本技术开发了废旧塑料高效浮选分离方法，构建了以表面重构、表面预处理和界面微观相互作用为核心的塑料浮选理论框架和技术体系，并在实验室规模上实现了多组分复杂体系废旧塑料的高效分离。特定组分混合塑料浮选分离后，塑料纯度可达 100%，回收率超过 95%，并且该技术具有良好的成本效益。与相关企业开展了中试试验，积极推动技术的产业化。

**应用情况：**基于表界面调控的废旧塑料高效浮选分离技术，能够实现特定体系混合塑料的高效分离，实验室阶段技术指标稳定、分离效果显著，开展了中试试验得到了良好分离效果。目前在与相关企业积极对接，推动产业化。本技术适用性强、技术投资成本低、效益好，技术适用于废旧塑料回收企业。

**效益分析：**本技术可以为废旧塑料资源回收提供技术方案，通过将混合塑料分离成单一组分实现高效循环利用。本技术采用的浮选技术产业化成熟，技术应用后具有良好的经济效益，聚对苯二甲酸乙二醇酯分离的效益为 600 元/吨、聚碳酸酯分离的效益为 800 元/吨、聚苯乙烯塑料分离效益为400 元/吨。除了经济效益，废旧塑料分离回收还具有突出的环境效益和社会效益，显著减少自然资源的开发以及废旧塑料造成的环境污染问题。

## 19、一种丝状好氧生物颗粒污泥工艺

所属院系：生态与环境学院

**成果简介：**研发的丝状好氧生物颗粒污泥技术主要用于处理高浓度有机废水，包括食品工业废水、养殖废水、制药废水和高盐废水等。该工艺能够同时去除或回收碳、氮、磷等污染物，具有同步脱氮除磷的能力，并能去除有毒有害物质。主要技术指标包括污泥浓度可达到 10g/L 以上，甚至15g/L，生物量大。好氧颗粒污泥具有密度大、沉降性能良好。可以同时保持多种氧环境与营养环境，实现同步硝化反硝化，具有很好的抗盐度冲击能力。好氧颗粒污泥技术平均节约能耗 30%、土地 20%，运行成本节约高达 50%。研发的丝状好氧颗粒污泥对有毒物质具有良好的耐受作用，可以用于处理有毒难降解有机废水。

**应用情况：**研发的丝状好氧生物颗粒污泥技术主要用于处理高浓度有机废水，包括食品工业废水、养殖废水、制药废水和高盐废水等。2018 年技术负责人以生物颗粒技术为核心获批江苏省镇江金山英才项目，主要将该技术应用于养殖污水的处理与资源化；2021 年获批河南省重点研发项目：“集约化养殖场沼液资源化关键技术开发及应用；2022 年与河南省交通规划设计院联合开展连续流好氧颗粒污泥技术处理高速服务区污水中试工程研究，目前连续运行 1 年以上，运行效果良好。好氧颗粒污泥技术相对于传统活性污泥技术拥有巨大的技术优势。万俊锋教授开展了十余年的好氧颗粒污泥技术的研发工作，研发的丝状好氧生物颗粒污泥技术具有较好的应用潜力。

**效益分析：**在投入方面，与传统活性污泥工艺相比，好氧颗粒污泥工艺能节省 50%~75%的占地面积和 20%~50%的能耗。此外，该工艺通过在一个反应器中利用特有的运行方式实现污泥的颗粒化，减少了土建、设备投资成本 30%以上。在产出方面，好氧颗粒污泥技术可降低 20%以上的运行成本，并有效降低 30%以上的碳排放。同时，该技术还能实现生物质能源回收、营养元素回收、有价值的代谢产物提取等资源化利用，推动污水处理从单纯的污染控制向资源回收转型。



## 20、高效复合太阳能蒸发器技术研发与产业化应用

所属院系：生态与环境学院

**成果简介：**本项目研发的高效复合太阳能蒸发器，专为解决浓盐废水零排放及净水脱盐难题而设计。其核心功能在于利用太阳能实现高效蒸发，同时保持优异的净水与脱盐能力。技术指标上，该蒸发器在模拟太阳光照下，蒸发效率提升显著，净水产出率达到行业领先水平，且脱盐率稳定高效。

技术创新点在于采用独特的三维复合结构，结合自组装双功能光热蒸发柱技术，大幅提升了光热转换效率和蒸发性能。此外，该蒸发器还具备结构简单、易于维护、运行成本低等优势，为浓盐废水处理及水资源循环利用提供了全新的解决方案，具有广阔的市场应用前景和显著的社会经济效益。

**应用情况：**高效复合太阳能蒸发器可应用于多个工业废水处理和净水脱盐场景，包括化工、制药、印染等高盐废水排放企业。在应用合作方面，项目团队已与企业和科研机构建立了紧密合作关系，共同推动技术成果转化和产业升级。

通过实际运行测试，该蒸发器展现出了出色的蒸发效率和净水脱盐性能，得到了用户的高度认可。目前，项目团队正积极推进该技术的产业化进程，与企业洽谈合作意向，力求将这一高效、环保的太阳能蒸发器技术推广至更广泛的领域，为实现水资源循环利用和可持续发展贡献力量。

**效益分析：**高效复合太阳能蒸发器以其独特的太阳能驱动模式，实现了零能耗运行，仅需一次投入，后期维护简单，成本极低。在小型偏远地区或海岛等缺乏稳定电力供应的场景下，该技术展现出极高的效益产出比。投入方面，虽然初期设备购置成本较高，但长期来看，无需额外的能源消耗，大大节省了运行成本。产出方面，该蒸发器不仅有效解决了当地居民的饮水难题，还促进了水资源的循环利用，提升了生态环境质量。此外，该技术还带动了相关产业链的发展，为当地创造了新的经济增长点，实现了经济效益与社会效益的双赢。

## 21、难降解有机废水高效臭氧催化氧化催化剂及耦合电催化氧化工艺

所属院系：生态与环境学院

**成果简介：**本成果面对低盐难降解有机工业废水采用高效臭氧催化氧化催化剂处理，面对高盐有机工业废水采用臭氧耦合电催化氧化工艺，多维度保障污水达标。

**技术指标：**

- 1.臭氧催化氧化无药剂投入，长期运行成本低于芬顿工艺 20%-30%；
- 2.双金属催化剂成本 $\leq 5000$  元/吨，年损耗率 $\leq 5\%$ ，使用可达 5 年以上；

- 3.臭氧耦合电催化氧化工艺处理高盐有机废水 COD、有机磷去除率 60%以上，电催化成本 $\leq 0.3$  kWh/吨。

**技术创新点与优势：**

- 1.本成果有效解决了传统芬顿工艺药剂投入大，铁泥产生量大，其运行费用高的难题，开发的双金属催化剂催化效率高、成本低；

- 2.针对高盐有机废水，本成果利用臭氧耦合电催化氧化，电极采用采用普通铁电极，COD 和有机磷等去除率高，成本低；

**应用情况：**

**应用场景：**

本成果适用于难降解有机工业废水深度处理，包括一般和高盐度工业废水，可高效去除难降解 COD 和有机磷，以及混有工业废水的城镇污水处理厂提标改造。

**应用合作情况：**

已经与河南冠宇环保科技有限公司、河南水谷创新科技研究院有限公司建立合作关系。

**转化情况：**

该成果应用于濮阳户部寨化工园区废水深度处理中试实验。

**效益分析：**

**环境效益：**

可大幅降低难降解有机工业废水/工业园区废水深度处理的建设成本和运维成本，削减 COD、总磷等污染物指标，切实提升环境水质。

**经济效益：**

本成果研发的难降解有机废水高效臭氧催化氧化催化剂，处理成本（去除 50-100 mg/L 的 COD）低于 1 元/吨水；臭氧耦合电催化氧化工艺对于高盐有机废水吨水处理成本低于 2 元/吨水。

本成果开发的催化剂成本低于 5000 元/吨，市场价高于 8000 元/吨，毛利润率大于 60%。

## 22、废水与生物质协同电解制氢技术

所属院系：生态与环境学院

**成果简介：**本项目开发了一种基于非关键材料和有机分子电重整技术的绿色制氢系统，具有高效、低耗、环保的显著特点。通过创新设计，成功将废弃甘油等有机分子转化为绿色氢气，同时生成高附加值副产物，实现资源的高效循环利用。该系统的技术核心在于采用优化的阳极材料，其标准氧化电位显著低于传统碱性水电解槽(AWE)，最低可至-0.012V，整体反应电压小于 1.5 V，显著降低了电解能耗。同时，通过脱碳副产物的回收利用，实现了附加经济收益，提升了整体技术的经济可行性。技术创新点包括：①非关键材料的应用降低了设备成本；②电重整技术优化了能耗与资源利用效率；③将废弃有机分子转化为绿色能源，实现了废物的资源化利用。该系统氢气产率高达95%以上，副产物纯度达98%，在能源转化效率和经济效益方面均具有国际领先水平。本成果可广泛应用于工业、交通、能源等领域，推动氢能技术产业化，助力碳中和目标的实现，为可持续发展提供创新解决方案。

**应用情况：**本项目成果已在工业废弃物处理与绿色能源生产领域实现初步应用，展现出良好的推广价值。在工业场景中，该技术可用于生物柴油厂副产甘油的高效转化，不仅减少了甘油过剩对环境的压力，还为企业带来了高纯度绿色氢气及高附加值副产物。在交通能源领域，技术成果可为氢燃料电池提供低成本氢源，推动绿色交通的发展。目前，项目团队已与多家国内外环保企业和能源公司建立合作，开展废弃甘油回收试点以及氢气生产装置的开发与应用。同时，与高校和研究机构的合作优化了阳极材料及电解条件，为进一步提升技术性能奠定了基础。试验装置的氢气生产成本相比传统方法降低 30%以上。

**效益分析：**本项目成果已在工业废弃物处理与绿色能源生产领域实现初步应用，展现出良好的推广价值。在工业场景中，该技术可用于生物柴油厂副产甘油的高效转化，不仅减少了甘油过剩对环境的压力，还为企业带来了高纯度绿色氢气及高附加值副产物。在交通能源领域，技术成果可为氢燃料电池提供低成本氢源，推动绿色交通的发展。目前，项目团队已与多家国内外环保企业和能源公司建立合作，开展废弃甘油回收试点以及氢气生产装置的开发与应用。同时，与高校和研究机构的合作优化了阳极材料及电解条件，为进一步提升技术性能奠定了基础。试验装置的氢气生产成本相比传统方法降低 30%以上。

## 23、污水高清洁度净化技术

所属院系：生命科学学院

**成果简介：**采用纯生物技术，无添加化学物，处理黑臭水体，养殖废水，养鱼废水等。成本低，出水清洁度高，最优情况下氨氮小于 1mg/L，总磷小于 0.1mg/L，COD 小于 20mg/L，达地表三类水标准，远高于污水处理厂标准。

**应用情况：**正在河南传淞农业科技有限公司，河南京须河有限公司，河南仁华生物技术有限公司推广应用。

**效益分析：**许多情况下，项目环保是否达标决定项目生死。



## 24、新型高蛋白植物“肥肥草”的快繁技术与高效利用

所属院系：农学院

**成果简介：**剑叶芦竹，是郑州大学农学院通过狼尾草与野生芦竹远缘杂交、诱变等技术手段，人工创制出的狼尾属新品种（肥肥草）。具有耐涝、耐寒、耐旱、耐酸碱等优点，适应沼泽湿地、盐碱地、重金属污染土壤修复、矿山土地修复、养殖业和工业污臭水的生态消污等生态经济产业链的种植。1.生长快，产量高。秆粗大直立，坚韧多节，鲜草 8~20 吨/年。2.新型高蛋白新饲草资源。嫩草做青饲料，蛋白含量高达 16~24%，供牛、羊、鹅、鸭等多种食草动物食用，是很好的大豆蛋白替代植物。3.抗逆性强，抗寒耐低温，黄河流域安全越冬，一次种植可连续收割 30~50 年。4.固沙护坡、净化水体。发达的根系可以达到数米，呈网状分布，可以防风固沙、改良土壤，减少面源污染。

**应用情况：**适应沼泽湿地、盐碱地、重金属污染土壤修复、矿山土地修复、养殖业和工业污臭水的生态消污等一般性及以下土地的生态经济产业链的种植。

**效益分析：**投资范围主要包括：10 万亩肥肥草的种植；配套的高蛋白肥肥草饲料加工厂；肥肥草板材厂；生物质能源加工厂等。生态效益、社会效益和经济效益协调。①生态效益。具有耐涝、耐寒、耐旱、耐酸碱、适应性强等优点，可应用于河湖整治、城市景观绿化、生态文旅建设、重金属污染土壤修复、矿山土地修复、养殖业生态消污等生态经济产业。②社会效益。一次种，多年生，一次投资生长 50 年，无复耕、无病虫害、不打农药、不施化肥。③经济效益。以草代饲：年亩产 10-20 吨高蛋白青贮饲料，每吨售价 580-620 元，每亩年收益 5800~12000 元。高蛋白肥肥草属于一次种植，三十年以上收益。

## 25、一株乳酸乳球菌乳酸亚种及其在低温青贮中的应用

所属院系：农学院

**成果简介：**经乳酸菌厌氧发酵 pH 低于 4.2 后的青贮可长期贮存，但低温下发酵的青贮品质较差，秋冬季在室外贮藏过程中品质会持续下降甚至出现腐败的现象，食用价值低，很难长期贮存。本发明公开了一株乳酸乳球菌乳酸亚种及其在低温青贮中的应用。本发明所提供的乳酸乳球菌乳酸亚种具有耐低温、耐盐、耐酸碱等抗逆性，并在低温青贮(5℃)过程中迅速繁殖并产酸降 pH。发酵出品质优良的青贮，色泽好，风味佳，有效的抑制有害杂菌的生长或产生,粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维等营养成分有效保留，非营养物质如粗灰分成分降低,并在秋冬季贮藏过程中保持青贮品质稳定，达到长期保存青贮饲料的效果。

**应用情况：**

应用场景：青贮发酵

应用合作情况：其中一项成果已经通过专利转化形式与内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司形成了合作。

转化情况：

2021 年，肠膜明串珠菌及其在低温青贮中的应用（ZL201510340151.6.以 120 万元转让给内蒙古蒙牛乳业（集团）股份有限公司。

**效益分析：**可以在低温常温下快速青贮发酵，本专利涉及的乳酸乳球菌乳酸亚种具有耐低温、耐盐、耐酸碱等抗逆性，并在低温青贮(5℃)过程中迅速繁殖并产酸降 pH。发酵出品质优良的青贮，色泽好，风味佳，有效的抑制有害杂菌的生长或产生，粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维等营养成分有效保留，非营养物质如粗灰分成分降低,并在秋冬季贮藏过程中保持青贮品质稳定，达到长期保存青贮饲料的效果。



# 五、高新技术改造传统产业

## 目录

### 五、高新技术改造传统产业（共16项）

- 1、低阶铝土矿高质绿色利用关键技术与生产示范
- 2、电动汽车大功率高性能单级式充放电技术及其智能装备
- 3、井下单点智能一体相机
- 4、基于结构光点云的轨道扣件服役状态检测系统
- 5、大模型与多源数据融合驱动的城市综合交通系统韧性智能管理平台
- 6、桥梁拉索大气腐蚀电化学防护技术及设备
- 7、连续流反应与先进分离关键技术开发及产业化应用
- 8、桥梁钢绞线断丝声发射监测黑洞波导杆引波技术
- 9、高铁架桥机安全声发射监测技术研究与应用
- 10、斜拉桥拉索断丝声发射监测黑洞波导杆引波技术
- 11、桥梁满堂支架屈曲失稳声发射监测黑洞波导杆引波技术研究
- 12、混凝土桥梁预应力孔道注浆缺陷红外热成像识别检测技术
- 13、基于人工智能的生猪养殖自动化液态饲喂与疫病识别系统
- 14、机器人智能化关键技术
- 15、数理机理模型双驱动的关键设备实时监测与预测性维护技术
- 16、一种古建筑清水砖墙修砌施工辅助装置及方法



## 1、低阶铝土矿高质绿色利用关键技术与生产示范

所属院系：材料科学与工程学院

**成果简介：**在新型矾土基耐火原料、高强低导耐火制品、生产技术和工艺装备方面取得重大突破，改变了低阶铝土矿利用技术落后的局面，满足了大型高温设施绿色长寿命运行和节能降碳的发展需求。自主研发了矾土基均质料及其生产与应用技术、矾土基莫来石结构与性能优化控制技术、微、闭孔结构莫来石均质料制备及应用技术、首次利用低品位铝土矿开发系列低铝莫来石均质料及其低导热莫来石砖等技术。形成了立体均化、连续湿法共磨、真空硬塑挤出成型、高温莫来石化烧成的自主创新技术，建成了国内首条 7.5 万吨级优质矾土基莫来石均质料生产示范线。

**应用情况：**建成了 7.5 万吨级的优质矾土基均质耐火原料生产示范线，产业化开发结构和性能稳定的  $Al_2O_3$  含量为 60%、70% 的 M60、M70 矾土基莫来石均质料，并以优质原料带动产品创新，开发大型干法水泥窑用低导热莫来石砖、特种硅莫红砖，干熄焦用莫来石及莫来石碳化硅砖、热风炉用低蠕变砖，高炉喷补料等大型高温装备关键耐火制品。利用  $ZrO_2$  添加剂调控莫来石晶体，产业化制备矾土基锆莫来石均质料，进而应用于锆莫砖等耐火制品，解决矾土基莫来石均质料耐火制品高温韧性差的技术难题。

**效益分析：**本项目所研发的新产品已广泛应用于水泥、钢铁、耐火材料、危废处理等领域的 50 多家国内外大型企业，扩展应用前景广阔，可持续发展潜力大。2021-2023 年项目销售配套产品总收入 10.28 亿元，新增利润 5859 万元，经济和社会效益显著。项目近三年销售收入及利润，经河南同胜会计师事务所有限公司审计，2021 年新增销售额约为 33 万元。

## 2、电动汽车大功率高性能单级式充放电技术及其智能装备

所属院系：电气与信息工程学院

**成果简介：**近年来，电动汽车的发展远超预期，预计 2034 年新能源汽车的保有量 2 亿+，这将形成规模化的可移动储能资源，支持于以新能源为主体的新型电力系统的构建、供需平衡与稳定。然而，目前的电动汽车充放电装备存在充电速度慢、充放电功率小、智能控制程度低、安全风险高等问题，这不仅造成电池汽车用户普遍存在较为严重的里程焦虑和补能焦虑，而且无法满足未来电动汽车高压超充、车网互动、短时支撑电网的发展需求。为此，项目开展大功率高性能单级式充放电技术及其智能装备研究。项目团队国内外首创单级式直流充放电模块，相较于传统的两级式方案，本项目减少能量变换环节、消除直流母线电容，利用独创专利拓扑、非线性控制和新型功率器件等，实现装备在全功率范围内的高效运行，将模块的峰值效率提升至 97.5% 以上，领先业内平均水平 2%，成本降低 30%，每年预计节省电费预计 6 亿元，充放电时间可缩短至 3-4 分钟内。本项目的技术成果，可推进车网互动核心技术攻关，力争为电力系统提供千万千瓦级的双向灵活调节能力，充分发挥新能源汽车在电化学储能体系中的重要作用，支撑充电基础设施体系高质量构建和新能源汽车产业高质量发展。

**应用情况：**项目团队首创的降压型单级隔离专利拓扑来应对电动汽车直流快速充电行业应用的需求和痛点，目前研制出全系列的直流快充模块，如图 1-2 所示，其效率优势可带来巨大的经济收益。