**2023年度山西浙大新材料与化工研究院**

**研发项目申请指南**

为了促进研究院科研发展，加强与高水平的科研院所、其它高校及产业部门的合作与交流，根据研究院的章程，立足“开放、流动、联合、竞争”的办事方针，面向国内外开放，在以下研究领域和方向设置研究院研发项目，欢迎国内外科技人员自由申报研发项目。

**申请领域：**

2023年度研究院研发项目申请宗旨是“面向山西省发展需求的基础研究及产业化技术研发项目”，包括但不限于半导体材料与器件、化工过程与自动化、先进结构材料、碳基新材料、能源与环境材料以及生物医用材料等领域中的重大基础科学与工程技术中的“卡脖子”问题。成果转化应初步具备产业化基础，符合山西发展需求；技术开发要立足于山西的产业政策或基于山西经济发展，具备可孵化的科研成果；基础研究要立足于与“世界科技前沿、国民经济主战场、国民经济重大需求、人民生命健康”强关联的新材料与化学化工领域中关键科技问题。

**申请方向：**

1) 新型高分子材料；2) 高端碳素材料；3) 化工新材料；4) 精细化学品(材料)；5) 生物医用材料；6) 绿色建筑材料；7) 新型半导体材料及其器件；8) 量子材料与器件；9) 新型金属及其复合材料；10) 新型能源材料；11) 新型环境材料；12) 纳米功能材料；13) 功能陶瓷材料；14) 煤炭清洁高效利用；15) 固物回收升级利用；16) 认知材料和类脑芯片；17) 新材料与化工发展战略（软课题）。

**一、成果转化类（11项）**

**C1基于量子级联激光器的有害气体探测仪**

**【研究内容】**中试或小规模化生产基于量子级联激光器（QCL）的有害气体探测仪。通过对QCL光源性能的测试、分析，在QCL波长调谐范围内对分子吸收谱线进行模拟和分析，选出可探测的有害气体分子和其最佳探测谱线，开展产品实验验证。

【**任务指标**】提交基于量子级联激光器的有害气体探测仪生产方案，产品性能指标要求：工作波长为微米波段；输出平均光功率≥1 mW；特异性识别有害气体种类≥10种；检测下限<1 ppm；响应时间＜10 s；测量误差±5.0%。

**C2废SCR催化剂元素提取及原位功能重构关键技术与工程示范**

**【研究内容】**1）建立废SCR催化剂使用环境、燃料组分及运行数据参数等数据库，解析催化剂失效机理；全面评估催化剂活性、脱硝效率及氨逃逸情况，构建系统的废SCR催化剂判定标准及分析方法。2）构建基于不同失效机理下废催化剂的预处理及再生工艺体系；研究失活催化剂活性植入技术，实现催化剂活性的激活；控制工艺条件调控V、W、Ti等元素在废催化剂中的组成结构，获得高效提取或原位调控催化剂结构和组成的方法。3）开发针对不同失活状态催化剂的一体化再生工艺及失效催化剂降本增效回收及资源化利用技术，并完成相关技术的工业示范。

**【任务指标】**1）催化剂回收中钨浸出率>80%，钒>90%，完成10 kg/天粉体回收侧线工艺验证；2）原位重构制备1-2种烟气多污染联合脱除催化剂；3）再生催化剂孔道疏通率>99%，活性达新鲜催化剂98%以上，化学寿命延长24000 h，形成年再生5000 m³废催化剂的工程示范。

**C3焦炉煤气抗积炭预加氢催化剂开发及再生循环利用**

**【研究内容】**1）针对焦炉煤气中不饱和烃和O2加氢反应绝热温升而导致结焦现象明显及催化剂硫酸盐化的问题，改进催化剂载体、助剂、活性组份，在催化剂上实现分级加氢而降低催化剂表面的硫酸盐生成；2）针对焦炉煤气中焦油、萘、苯等杂质在催化剂表面上脱氢缩合形成稠环芳烃聚合物以及小分子烯烃（如乙烯等）物质自身聚合生成芳烃并进一步脱氢缩合结焦的问题，调整载体的表面酸性中心和强度，调变活性组分进行催化剂“定向合成”，并在真实气氛下验证催化剂对乙烯的加氢和聚合的选择性结果；3）针对焦炉煤气预加氢催化剂表面严重积炭问题，采用低温除碳技术及二次负载技术进行催化剂再生，对催化剂进行孔道疏通及活性位恢复，达到工业应用要求。

**【任务指标】**1）开发的新型预加氢催化剂进行100-1000公斤级中试试验或者工业埋包试验，运行时间＞3个月；2）新型预加氢催化剂使用寿命＞10个月；3）对失活的预加氢催化剂进行再生，其使用寿命不低于现有工业催化剂寿命，使用寿命＞6个月。

**C4****低阶煤/生物质共热解离心双涡旋流快速热解装备及工艺开发**

**【研究内容】**开发的快速热解装备耦合了离心力场和双涡旋转湍流机制，场流协同作用可实现颗粒热解反应的快速启动，快速中止和目标产物快速分离。1）场强度、气旋状态与密相结构时空特征之间的关系；2）密相结构特征参数与三种传热机制作用效果之间的关系；3）剖析三种传热机制在煤/生物质颗粒升温过程中的贡献度，构建场流强度-传热主控因素-传热效果三者之间的关系；4）场强度和气旋状态对气、液、固三类热解产品产率和性质的影响规律，实现低阶煤/生物质快速热解。

**【任务指标】**完成典型低阶煤/生物质快速热解工艺装备关键工艺技术研发，生物质处理量达到12.5 kg/h，反应物停留时间控制在0.5-2 s，反应物升温速率达到100 K/s。

**C5费托合成产物制备表面活性剂α-烯基磺酸钠关键技术开发及工程示范**

**【研究内容】**费托合成产物是烷烃/烯烃/含氧化合物的混合物，具有碳链范围分布宽、组成复杂的特点。突破煤基烯烃复杂体系的SO3磺化技术，采用SO3气体膜式磺化工艺，研究周边进料量、液膜厚度、物料摩尔比、磺化温度、水解条件等因素对反应的影响，获得优化工艺条件，制备出煤基AOS产品。

**【任务指标】**1）烯烃转化率≥97%；2）煤基AOS产品（提纯分离后）指标：固含量≥35.0%，硫酸钠含量≤2.5%，游离NaOH含量≤1.0%；

3）工程示范规模达到1万吨/年

**C6绿色电化学合成己二腈关键技术研发及工程应用**

**【研究内容】**1）研究阳极金属涂层失效机理，改进并优化极板的涂层、表面修饰、加工、结构、操作要求等，延长极板的使用寿命，并在工业化装置上验证；2）阴极材料的研究和开发、研究阴极极板表面修饰技术，进一步提高反应的选择性及阴极的析氢电位；3）对电解液在电解过程状况实时跟踪分析，试验电解液中各组分的在线分析方法，优化电解液配方，进一步增加电流效率，在工业上实现电解液的在线监控技术；4）对电解液的失效机理研究，并提出长期使用的解决方案。

**【任务指标】**1）极板间距2.5-3 mm，电流密度2000 A/m2情况下，单台运行电压≤5.5 V；2）阳极涂层使用寿命大于12个月（在强化寿命实验条件下）；3）优化电解液，进一步加强阳极的保护和阴极析氢的抑制，尾气中氢气浓度＜1%VOL；4）电流效率＞90%，己二腈选择性＞90%；5）完成1万吨/年电化学合成己二腈装置建设。

**C7芳基羧酸酯磺酸盐类生物可降解聚酯成核剂的工程化技术应用**

**【研究内容】**1）芳香羧酸酯磺酸盐成核剂的结构设计与合成路线；2）以聚乳酸为研究对象，表征和评价芳香羧酸酯磺酸盐类成核剂对半结晶生物可降解聚酯微观和宏观性能的影响；3）芳香羧酸酯磺酸盐成核剂合成工艺的工程化研究。

**【任务指标】**以5-磺酰基间苯二甲酸钾盐（TMC-301）为代表，产品主要指标如下：1）外观：白色粉末，熔点（℃）：＞300 ℃，挥发份（105 ℃，2 h）：＜1%，钾含量：≥10%；2）合成收率：以5-磺酰基间苯二甲酸为基础， TMC-301的合成收率≥80%；3）开发年产100吨的工程化技术，实现中试产品的市场化和科技成果的转化。

**C8三维多孔炭材料制备及其在高温焦油气除尘和原位改质一体化技术中的应用**

**【研究内容】**1）三维多孔炭材料的构筑及其对低阶煤热解焦油气传质和反应的影响；2）三维多孔炭材料对低阶煤热解焦油气原位改质机理；3）三维多孔炭材料制备技术及高温焦油气除尘和原位改质一体化技术的开发应用。

**【任务指标】**1）制备低成本高耐磨强度的三维多孔炭材料，其耐磨强度大于93%；形成以生物质焦与焦肥煤为碳源的适用于颗粒床过滤除尘及焦油改质的三维多孔炭材料制备技术；2）完成公斤级热解装置下高温焦油气除尘及原位轻质化试验和100公斤中试放大及实验平台建设，其焦油中含尘率小于0.8%，焦油中沸点<170 oC的轻油含量>25%，沸点>360 oC的沥青质含量<40%。

**C9高附加值多功能性水性涂料助剂材料合成、应用与产业化**

**【研究内容】**开发单元和多元金属/金属氧化物纳米晶水溶胶批量合成技术和工艺；调制金属氧化物水溶胶能带和电子结构，获得紫外-近红外宽波段光激发和低温热激发复合纳米催化材料；开发高附加值水性涂料助剂配方；研究使用助剂后功能性水性涂料的性能和理化指标，建成中试示范线并进行应用推广。

【**任务指标**】 建成100公斤/批次的示范线一条，具备5吨/批次的扩产能力。助剂材料达到如下指标：助剂甲醛去除率˃95%，成品水性漆甲醛去除率˃90%；助剂VOC去除率˃90%，成品水性漆VOC去除率˃80%；助剂抗菌率˃99.999%，成品水性漆抗菌率˃99%；水性漆成品耐磨性、耐擦洗性、耐酸碱性优于国标。

**C10 核电屏蔽用高性能铝基功能性复合材料制造技术及应用**

**【研究内容】**确立核屏蔽组元成分及结构方案，搭建辐射源能谱与屏蔽材料之间的本构模型；开发核屏蔽材料板材的制备工艺，阐明核屏蔽材料强韧机理及其板材塑性变形机制；解决中试核电屏蔽材料工程化应用示范关键技术，开发核屏蔽材料板材连接技术及其焊接接头组织与性能评价方法，为核电屏蔽材料工程化应用提供示范指导。

【**任务指标**】中子屏蔽性能高于95%，密度小于2.75 g/cm3，抗拉强度Rm≥265 MPa，屈服强度Rp0.2≥225 MPa，断后伸长率≥2.0%；核屏蔽板材尺寸不小于长4000 mm、宽度不小于170 mm、厚度不大于7.5 mm；焊接接头抗拉强度不低于母材的70%。

**C11退役风电机舱罩高效化学降解制高值化学品**

**【研究内容】**开展废弃风电机舱罩化学降解制高附加值苯乙烯-马来酸共聚物（SMA）及丙二醇、邻苯二甲酸等化学品，回收短切玻璃纤维。选择特定结构表面活性剂及高沸点共溶剂，揭示表面活性分子及共溶剂对不饱和树脂定向催化降解的影响规律，通过系统优化降低解聚反应温度及压力；开发高效、绿色、可循环降解体系及解聚产物分离提纯中试工艺。

【**任务指标**】实现50L中试装置上废弃风电机舱罩的高效降解，水相混合降解体系可循环利用，形成废弃风电机舱罩化学降解及降解产物分离再利用整体方案。废弃风电机舱罩化学降解温度<160 ℃，树脂降解率>95%，玻璃纤维强度保留率>90%。

**二、技术开发类（59项）**

**J1大尺寸碳化硅单晶衬底制备及同质外延技术**

**【研究内容】**研发高质量碳化硅单晶衬底及同质外延薄膜，包括碳化硅单晶生长和同质外延过程中的热场结构设计与优化、C/Si比调控技术、掺杂均匀性优化技术、缺陷钝化技术、位错的动力学行为调控技术，并探索高效、低损耗的碳化硅衬底晶圆加工技术。

**【任务指标】**提交高质量碳化硅单晶衬底和同质外延薄膜的详细生长工艺及其中位错动力学行为调控的物理机理。技术指标要求：（1）碳化硅单晶直径150±0.25 mm，4H晶型；（2）碳化硅单晶衬底微管密度＜0.1/cm2、总位错密度<3000 /cm2、电阻率0.015-0.028 Ω·cm、表面粗糙度Ra<0.2 nm；（3）碳化硅同质外延薄膜厚度为12±1.2 *μ*m、掺杂浓度为8.0E15±10% cm-3、总位错密度<2500 /cm2、表面形貌缺陷密度<0.5 /cm2。

**J2大英寸n型氧化镓单晶衬底制备技术**

**【研究内容】**研发大尺寸n型氧化镓单晶铸造法生长技术，获得热体数量/形状/分布、保温材料结构、保护气氛类型等工艺参数，结合晶体生长工艺与数值模拟技术，研究掺杂元素的分凝效应及其对固液界面形状、固溶度、价态特征、原生缺陷形成、晶体电学性能的影响规律，探索稳定的n型重掺工艺；研发氧化镓衬底低损伤加工技术，获得低表面损伤高质量外延级衬底。

**【任务指标】**提交大尺寸n型氧化镓单晶衬底生长工艺与加工技术方案。技术指标要求：n型单晶衬底尺寸：≥6英寸，位错密度：<1×104 /cm2，XRD摇摆曲线半高宽：<90 arcsec。n型单晶衬底电阻率：<5×10-3 Ω∙cm**，**衬底表面粗糙度：RMS≤0.5 nm。

**J3 GaN基蓝光垂直腔面发射激光器（**VCSEL**）芯片**

【**研究内容**】设计并实现光泵浦激射后进行电注入的GaN基VCSEL激光芯片，探索器件工艺对各功能层性能的影响规律，揭示激光器工作机理，设计氮化物DBR谐振腔结构，提高有源区光增益，降低光损耗，制备出光泵浦与电泵浦的激光芯片。

【**任务指标**】提交蓝光GaN基激光芯片技术方案和样片。性能指标要求：获得高界面质量的氮化物DBR，反射率>97%；激射阈值<500 kW/cm2，输出功率>0.1 W。实现氮化物DBR蓝光VCSEL电注入激射。

**J4 GaAs基高亮度激光阵列芯片**

**【研究内容】**研发高亮度大规模相干阵GaAs基激光线阵芯片，探明Talbot外腔中光子交叉注入自相干锁相机理，实现具有高功率、窄发散角、高时-空相干性及线形大视场特征的“刀片”状激光光束。

【**任务指标**】提交高亮度相干阵刀片激光芯片技术方案和样片。性能指标要求：输出功率≥50 W；波长900-1000 nm；光束尺寸为90°近衍射极限角度。

**J5可视化红外光探测芯片**

**【研究内容】**选用红外光波段光敏材料或红外光上转换材料，设计、开发红外光高效光电转换器件；设计多功能红外光敏/发光器件及红外上转换/发光器件，精确优化多功能器件结构；探索可视化红外光探测芯片件的大面积制备的设计、工艺、工作机理及可控制备，开展可视化红外光探测芯片样片实验验证。

**【任务指标】**提交可将红外光实时转化为可见光的高性能可视化红外光探测芯片件及其大面积制备技术方案。红外光探测芯片性能指标要求：探测波长范围700‒1100 nm，亮度>000 cd/m2，转换效率>10%，器件有效探测面积30 mm×30 mm。

**J6吸附热强化的高炉煤气有机硫水解催化剂开发与应用**

**【研究内容】**1）研制金属氧化物和分子筛复合的高炉煤气有机硫水解催化剂，提高转化率和选择性；2）合成粘结剂及成型助剂，制备型体金属氧化物和分子筛复合催化剂，研究成型工艺、粘结剂和粘结助剂的原料组成、微观结构和表面性质对型体催化剂性能及机械强度和传质速率的影响；3）以固定床脱硫评价装置考察催化剂剂对模拟高炉煤气中有机硫的水解性能，明确结构和性能之间的关系；4）研究气体组成与工况条件与水解转化效果的关系，建立水解动力学模型，为其工业应用提供实验参数和理论支持；5）进行百公斤级催化剂的放大制备和1000 Nm3/h高炉煤气有机硫水解转化的中试。

**【任务指标】**1）完成百公斤级分子筛和金属氧化物复合有机硫水解催化剂的研发生产。型体水解催化剂剂抗压强度和磨耗适用于高炉煤气TRT出口工况（压力25 kPa，温度小于90 ℃）；2）在60‒85 ℃、有机硫浓≤200 mg/Nm3、O2含量≤0.1%、HCl含量≤0.02%、H2O含量≤10%、粉尘量≤10mg/m3的工况条件下，有机硫转化率≥85%；水解塔中形体催化剂运行阻力<1.5 kPa；3）1000 Nm3/h高炉煤气有机硫水解转化的中试示范。

**J7高炉煤气脱氯、耐氯水解催化剂开发及失活再生利用技术**

**【研究内容】1）**研究吸附速率快、氯容量高的脱氯吸附剂；2）研究抗酸、抗氯中毒羰基硫水解转化催化剂；3）研究抑制“放硫”的氧化铁脱硫剂；4）研发抑制“放硫”的氧化铁脱硫剂。

**【任务指标】1）**提出水解保护剂和催化剂制备工艺路线；建立水解保护剂和催化剂质量及性能评价方法；2）在90-150 ℃、有机硫浓度≤200 mg/Nm3、O2含量≤0.1%、HCl含量≤0.02%、H2O含量≤10%、粉尘量≤10mg/m3的工况条件下，有机硫转化率≥95%；3）完成不小于1000 Nm3/h中试规模的工程示范，有机硫转化率≥95%，经干法脱除无机硫后，H2S含量≤15 mg/m3，燃烧后的烟气SO2排放浓度小于30 mg/Nm3。

**J8焦化企业废盐处理资源化技术研发**

**【研究内容】**梳理独立焦化、联合焦化以及配套集中水处理等各种情况下的废盐情况，明晰典型焦化企业废盐中有毒有害物质种类。1）针对有毒有害物质，通过对热处理、吸附、化学沉淀、催化氧化等多技术的研究，探明不同技术对各物质的去除机理；2）多维度剖析煤化工废盐处理过程中各技术间的协同耦合作用，从协同技术的高效性和经济性出发，提出具有先进性、高效性、实用性的煤化工废盐处理和资源化利用协同技术路线。

**【任务指标】1）**提交多技术协同焦化行业废盐处理技术工艺路线方案；2）再生氯化钠盐和再生硫酸钠盐，具体技术指标要求：无色或白色晶体，主产品为氯化钠≥97.5 g/100g，主产品为硫酸钠≥98 g/100g，不溶物≤0.2 g/100g，钙镁离子总量≤0.7 g/100g，总有机碳（TOC）≤80 mg/kg，挥发酚≤0.05 mg/kg，氨氮≤0.4 mg/100g。

**J9不饱和脂环二羧酸酐及其衍生物高效加氢催化剂和催化工艺开发**

**【研究内容】1）**不同加氢反应工艺的研究：A. 不饱和脂环二羧酸酐直接加氢工艺，B. 不饱和脂环二羧酸钠盐的加氢；2）催化剂在不饱和脂环二羧酸酐或其钠盐加氢反应中的催化性能研究；3）研究催化剂的构效关系，优化反应工艺。

**【任务指标】**制备在温和反应条件下（反应温度<60 ℃，H2压<5 Mpa）目标产物收率达到90%以上的高效加氢催化剂和催化工艺。

**J10煤矿粉尘抑制剂关键技术开发**

**【研究内容】1）**分析从煤矿现场采集回来的水样或堵塞喷头，了解现场水样的基础特点；2）针对现场水质的特点，筛选适合的表面活性剂体系，评价其表面张力、湿润能力、渗透性能等来作为基础配方；筛选助剂体系；3）设计抑尘剂产品配方，通过测试产品的稳定性、对不同材质的润湿性能、渗透性能及表面张力，优化配方组成和制备工艺，测试样品的毒性、刺激性等性能；4）研究配方产品的生产放大技术，进行中试生产研究，取得工程化数据，进行产业化推广。

**【任务指标】1）**对煤尘的抑制率大于90%；有效降低喷头的堵塞频率(由原来的8 h一次，降低为24 h或更长时间)；2）闭杯闪点大于90 ℃；3）无毒无刺激性，雌雄大鼠急性吸入LC50(2 h)值均大于5000 mg/kg；4）重金属含量：汞含量不能超过1 mg/kg，铅含量不能超过10 mg/kg，砷含量不能超过2 mg/kg，锑含量不能超过10 mg/kg。

**J11可海水降解改性PBAT基共聚酯合成技术**

**【研究内容】**通过共聚引入其他单体对传统的PBAT共聚酯进行化学改性，通过增加共聚物的亲水性能或减小其结晶性能以加快其在海水环境中的降解速度，研究PBAT共聚酯的玻璃化转变温度、熔点和结晶度、模量、强度、断裂伸长率与海水降解性能之间的关系，从而开发出兼具良好机械性能和海水可降解性能的PBAT基共聚酯。

**【任务指标】**合成的经化学改性的PBAT基共聚酯能够在海洋环境中自然降解，在海洋环境中的降解速度能够达到一年失重30 wt%以上。经化学改性的PBAT产品具有优异的机械性能，杨氏模量≥15 MPa，断裂伸长率≥200%。

**J12航空航天用高品质增材制造构件轻量化设计及制备技术**

【**研究内容**】开发复杂结构件点阵轻量化设计技术；提出复杂点阵结构激光选区熔化成型工艺技术，并通过工艺验证；开发复杂点阵结构激光选区熔化产品后处理控制与检测技术；提出复杂构件表面光整加工技术，阐明表面光整加工机理与质量控制方法。

【**任务指标**】提出航空航天用高品质轻量化点阵结构的增材制造技术：点阵结构件结构优化减重30%；非加工面表面粗糙度优于Ra 6.3；壁厚尺寸公差±0.1 mm；内部三维点阵杆径尺寸公差小于-0.1 mm；激光选区熔化成形件抗拉强度不低于同种材料铸件性能。

**J13半导体器件封装用环氧塑封料EMC关键技术**

**【研究内容】**研究商品化EMC的主要性能；考察环氧树脂、固化剂种类及其用量对固化反应的影响；研发高掺量填料高效表面改性技术及其在EMC均匀分布的作用机理，研究高掺量填料改性EMC流变特性与储存稳定技术；开展高性能EMC分子动力学模拟研究。

【**任务指标**】开发的环氧塑封料玻璃化温度>130 ℃；a2线膨胀系数<40×10-6 K-1；导热热系数>1.5 W m-1 K-1；175 ℃凝胶化时间25-35 s；弯曲强度>120 MPa，弯曲模量>20 GPa；煮沸吸水率<0.35%；UL-94阻燃性能V-0级；Cl-(萃取水溶液)<25 mg/L；EMC胶饼的装产品的冲线W/S降到10%以下。

**J14工程合金模板梯度功能涂层的关键技术**

【**研究内容**】开发两亲性梯度功能（渐变亲/疏水性）嵌段共聚物合成技术；开展功能基元设计与理化性能、疏水性能以及粘结性能间的构效关系研究。研发复合型两亲性嵌段共聚物制备技术。开发基于功能基元序构的两亲性梯度功能涂层制备及涂覆技术，揭示喷涂工艺条件与涂层性能之间的关系规律。

【**任务指标**】开发新型工程合金模板防护涂层材料及其制备技术：甲醛含量：0 g/L；硬度：3H；耐水性：48 h无异常；耐碱性：48 h无异常；耐磨性：<0.05 g；耐冲击性：50冲击试验无异常；粘结力：0级；干燥时间：表干2 h，实干12 h；可容性重金属：无；施工核心技术指标：涂层厚度：20-30 *μ*m；使役周期：连续使用30层楼以上。

**J15航空用宽温域低形变因瓦合金激光增材制造技术**

【**研究内容**】研发因瓦合金增材制造专用粉末，获得具有细晶化、等轴化增材构件微观组织；提出因瓦合金激光增材构件组织控制新方法；建立因瓦合金3D打印构件多尺度原位强化方法；开展因瓦合金3D打印构件的表面后处理技术研发，研发因瓦合金打印产品的多能效复合抛光技术。

【**任务指标**】开发因瓦合金3D打印专用粉末，粉末粒径15~53 *μ*m；实现因瓦合计近等轴晶化激光增材制造，构件致密度≥99%，抗拉强度≥500 MPa，200 ℃以下线膨胀系数≤2.3×10-6 K-1；增强型因瓦合金3D打印构件抗拉强度提高20%。

**J16纳米铁氧体掺杂的柔性磁电复合薄膜异质集成制造技术**

【**研究内容**】开展多种铁氧体纳米材料的特性研究，分析柔性磁电复合薄膜灵敏度的影响因素及作用机制，提出功能化磁性纳米材料的合成工艺。研发柔性磁电复合薄膜结构设计与异质集成制造方法，揭示磁-力耦合生物传感机制，阐明多物理场作用下材料及工艺结构参数对薄膜性能的调控规律。

【**任务指标**】建立基于MnFe2O4/CS和NiFe2O4/PLA的柔性磁电复合薄膜的制备工艺，良品率≥86%，一致性≥91%；研制出便携、微型化柔性半导体磁电复合薄膜（尺寸≤4 mm🞨4 mm🞨1 mm）；针对ASFV 的检测极限≤102 pg/mL，测量范围102‒109 pg/mL。

**J17机器人用柔性齿轮钢的贝氏体化热处理工艺**

【**研究内容**】开展柔性齿轮钢热处理关键工艺研发，获得下贝氏体组织最优体积分数；通过有限元分析，预测柔轮在运转工作时的失效断裂位置；开发国产化柔轮材料，消除钢中的带状组织，获得最优的强塑性组合。

【**任务指标**】热处理后钢材晶粒度达11级；冲击功≥40 J；阐明等温淬火试样的变形机理及强韧化机制，阐明冲击试样二次裂纹扩展路径。

**J18微合金化高强高耐蚀超级奥氏体不锈钢工艺技术**

【**研究内容**】分析微量合金化元素（B、Nb、稀土等）对超奥钢高温均质化处理凝固枝晶消融、固溶析出相回溶以及时效元素偏析和析出行为的影响；研究热变形过程中微量合金化元素对析出相析出、动态再结晶及变形行为的影响；探究微合金化超奥钢在典型极端腐蚀环境下的耐蚀性；通过理论计算，探索微合金元素的界面行为。

【**任务指标**】提出超奥钢同步提升热塑性、力学性能、耐蚀性能的成分设计准则；微合金化6Mo超奥钢热加工工艺窗口拓宽60 ℃，耐蚀性与7Mo超奥钢相同，抗拉强度和屈服强度提升20%。

**J19水性聚氨酯基环保型金属防腐涂料**

【**研究内容**】结合不同功能单体的特征，设计分子链化学结构和磺酸根数量及分布，优化水性聚氨酯分子链结构设计及合成工艺，提高材料的内聚强度和耐水性；研究具有不同比表面积的生物质纳米材料对复合材料其固化动力学及防腐蚀性能的影响，优化生物质纳米材料的改性工艺；考察生物质纳米材料复合对水性聚氨酯涂层在不同环境中的长时稳定性；探究膜材料的微相结构与耐水性能、阻隔性能的关系，优化合成制备工艺。

【**任务指标**】水性聚氨酯基金属防腐涂的喷涂二道无障碍；干燥时间：表干时间≤2 h，实干时间≤24 h；耐碱性（50 g/L NaOH溶液）≥24 h无异常，耐酸性（50 g/L H2SO4溶液）≥24 h无异常；耐水性≥48 h无异常；耐人工气候老化≥500 h无异常；低频处涂层电阻率≥108 Ω cm-2。

**J20防冰涂层制备技术**

【**研究内容**】根据仿生学的超疏水涂层的设计思路，以有机硅氟改性的聚氨酯作为基体材料提供低表面能表面，基于氟硅烷改性的纳米二氧化硅、复合粒子填充原理，探究填料含量对涂层疏水性能、热稳定性和表面形貌的影响，并探究固化过程对复合涂层疏水性能的影响，设计合成附着力好，热稳定性强，具有耐磨性的超疏水防冰涂层。

【**任务指标**】设计具有优异防冰性能的超疏水涂层，其表面水接触角>150 °，滚动角<10 °；在-15 ℃时，涂层延缓水滴在基体上结冰时间>30 min，在-30 ℃以上具有低冰粘附强度；涂层具有优异的耐久性，在30次结冰除冰循环中，冰粘附强度维持不变。

**J21医用高纯镁基植入体材料**

**【研究内容】**研究高纯镁基材料的超细晶化机理及制备技术；揭示高纯镁基材料组织结构和性能之间的定量关系；研究超细晶高纯镁基材料的腐蚀行为，建立超细晶高纯镁基材料的腐蚀动态模型；对材料进行生物安全性评价，分析高纯镁基材料本身及其降解产生的金属离子对骨生长的作用机制。

【**任务指标**】揭示超细晶和高纯化对镁基材料生物相容性和力学性能的影响规律；高纯镁基材料在37 ℃模拟体液中腐蚀速率<0.5 mm/y，有效服役期3-6个月；室温屈服强度＞200 MPa，延伸率＞10％。

**J22光固化生物水凝胶增材制造装备**

【**研究内容**】通过研究双分辨率协同控制方法与装备，实现打印过程发散光路分辨率连续可控；优化双分辨率光固化增材制造工艺，实现三维生物支架及其表面功能结构的高效制造；通过支架表面的功能微结构调控神经组织有序修复，实现三维细胞图案化在神经修复中的应用，开发光固化生物水凝胶增材制造装备。

【**任务指标**】 研发成功双分辨率光固化增材制造设备；基于该方法制造带表面功能结构的生物支架（能打印分米尺寸支架，并同步在其表面构造出尺寸≤5 *μ*m功能微结构），提升神经修复效果。

**J23放射性废液电控离子膜深度净化技术**

【**研究内容**】 制备高性能电控离子膜；探索膜材料微纳结构与电控离子分离性能的构效关系；研究离子在膜内部-界面双电层-流场之间的多尺度耦合传荷机理；组建137Cs和131I离子电控离子膜分离中试装置；探索辐照条件对电控膜净化能力和稳定性的影响机制；对电控膜分离系统进行集成优化和能耗评估，优化工艺参数和操作流程。

【**任务指标**】 电控膜分离中试装置针对中、低放废液的日处理量1.0 m3，运行10次后的膜稳定性维持在90%以上，辐照后的容量损失≤10%，对137Cs和131I离子的除去率>95%。

**J24可替代聚苯乙烯的二氧化碳基可降解高分子材料的发泡技术**

**【研究内容】**以环境友好的小分子气体二氧化碳作为发泡剂，探究其最适宜的制备方法并总结规律，调控实验参数得到影响泡孔结构的主要因素；研究聚合物泡孔结构与性能之间的关系，探究泡孔的尺寸，孔隙率，对聚合物泡沫的抗冲击性等性能。

【**任务指标**】发泡材料密度小于 0.05 g/cm3; 压缩强度：不小于0.2 MPa; 弯曲强度不小于0.2 MPa ; 尺寸稳定性70 ℃时0.5%；导热系数不小于0.03 W/m.K。

**J25下一代新能源汽车锂电池用高性能导热结构胶**

【**研究内容**】 研发下一代新能源汽车电池包面临的安全耐用性、可持续性、集成化装配等方面挑战，对高导热、绝缘、低密度、阻燃的新型高性能导热结构胶需求，开展高性能导热结构胶设计、制备方法及应用研究，建立基于导热结构胶的锂电池发热模型，完成导热结构胶在锂电池包中均热效果应用验证。

【**任务指标**】粘度：≤50000 cps；操作时间：≥1 h；导热系数：≥2.5 W m-1 K-1；密度：≤2.0 g cm-3；硬度：≤60 (shore D)；体积电阻率：≥1010 Ω cm；阻燃：V0级。

**J26导电导热多功能弹性密封材料**

【**研究内容**】研究石墨烯一体式网络结构的关键成型技术。通过原位聚合改善石墨烯相容性，制备一体式三维石墨烯网络结构，构筑导电—导热三维立体网络结构，实现导热—导电网络的有效搭接，突破一体式三维石墨烯网络结构制备关键技术，制备具有优异电磁屏蔽性能、导热性能、机械性能等多重性能平衡共存的硅橡胶复合材料。

【**任务指标**】高性能橡胶基复合材料并满足以下主要技术指标：屏蔽效能≥60 dB（200 kHz‒10 GHz）；导热系数≥4 W m-1 K-1；力学性能指标：拉伸强度≥2 MPa，撕裂强度≥8.0 kN m-1；环境指标：经高温、低温、湿热、盐雾等环境试验后仍可满足使用需求。

**J27高性能隐身超复合材料**

**【研究内容】**设计功能相微观空间构型以调制吸波介质材料电磁参数；设计并优化谐振单元及其序构，构筑宏观层状超复合材料；进行周期谐振吸波单元的结构设计和隐身超复合材料的宏观设计；分析超复合材料综合吸波性能的影响因素及其作用机理；获得基于材料结构一体化设计的高性能隐身超复合材料制备方法。

**【任务指标】**建立高性能隐身超复合材料的相关设计理论，掌握材料结构一体化设计与制备等关键技术，制备高性能隐身超复合材料样品，满足：在电磁波0 ‒50°入射情况下，吸波频段可覆盖2‒18 GHz，面密度≤0.5 g cm-2，样品厚度≤5 mm。

**J28聚硫醚橡胶的制备技术**

**【研究内容】**从CS2（COS）和环氧化物等基本原料出发，合成聚硫醚生胶，建立不同硫醚/醚单元比例、不同拓扑结构和端基的聚硫醚生胶的高效和可控的合成方法，研究揭示催化聚合反应机制；在此基础上，制备聚硫醚橡胶，研究聚硫醚生胶端基的反应活性、不同填料和助剂等影响规律，建立不同结构聚硫醚橡胶的结构与性能关系。

【**任务指标**】研制出 2~3种端基反应活性高、结构可控的聚硫醚生胶，玻璃化转变温度–40 ‒ –60℃；获得可在180 ℃下长期使用的聚硫醚橡胶材料，比传统聚硫橡胶，耐热性提高50 ℃，耐航油性更优。

**J29高速激光熔覆专用合金粉末及激光头**

**【研究内容】**研制高粉末利用率、高送粉稳定性的高速激光熔覆头；基于激光熔覆再制造应用需求，开发低合金化耐磨抗裂合金粉末及其气雾化制备关键技术；针对煤矿液压支架、轧辊、电厂轴类零件等产品的再制造需求，开发典型产品的高速激光熔覆专家工艺库。

**【任务指标】** 开发高速激光熔覆头样机，满足：最高熔覆线速度≥20 m/min，基材稀释率<5%，热影响区宽度<0.5 mm，粉末利用率>90%；开发2-3种专用合金粉末，熔覆层硬度≥55 HRC。

**J30时速400公里高铁车轴钢材料关键制备技术**

**【研究内容】** 优化连铸及轧制锻造过程压下工艺参数，提高车轴钢坯致密度。制定均质化热处理调控方案，循环载荷下高铁车轴钢超长疲劳寿命行为，包括研究变形损伤过程表征。高铁车轴钢疲劳损伤机理；建立高铁车轴钢材料及构件高周疲劳断裂评定方法。

**【任务指标】**晶粒度>7级；带状组织≤2级；一般中心酥松≤1.5级；轴坯超声波探伤≤ φ2mm当量；高铁车轴钢屈服强度≥450 MPa，光滑和缺口试样107周次疲劳强度分别≥350 MPa和215 MPa。

**J31第三代****高强高模碳纤维颠覆性低温碳化制备技术**

**【研究内容】**研发高强高模碳纤维核心关键技术，包括：高分子量（≥350 kg/mol）、低分散度（PDI≤1.8）聚丙烯腈的一步法溶液聚合制备技术，高分子量聚丙烯腈的干喷凝胶纺丝技术，氧化/碳化高应力牵伸取向技术。

【**任务指标**】提交高强高模碳纤维颠覆性低温碳化制备技术方案。提交高强高模碳纤维样品，技术指标要求：碳纤维丝束数目1K、直径5.0 µm、拉伸强度5.7 GPa、杨氏模量377 Gpa，纤维核心技术指标与东丽M40X碳纤维核心技术指标一致。

**J32氢燃料电池用轻质柔性碳基复合材料双极板**

**【研究内容】**研发燃料电池用新一代轻质柔性碳双极板关键技术，包括：膨胀石墨的制备及结构调控，双极板面向和厚度方向电热传导性能的调控，膨胀石墨与树脂均匀混合工艺技术研发。

【**任务指标**】提交用于氢燃料电池的新型轻质柔性碳基复合材料双极板制备工艺技术路线及其样品，技术指标要求：面向电导率≥300 S cm-1；厚度方向电导率≥100 S cm-1；面向热导率≥200 W m-1 K-1；厚度方向热导率≥20 W m-1 K-1。。

**J33碳基功能材料用于废旧锂电池回收再生技术开发**

**【研究内容】**研发废旧锂电池有价组分高效分离回收和再生用新型碳基功能材料，包括碳基吸附分离材料的设计构筑，废旧锂电池酸性浸取液中有价金属的选择性提取；负极材料石墨的修复再生利用，固体导电介质等新型功能材料制备，废旧锂电池安全放电应用等领域。

**【任务指标】**提交废旧锂电池有价组分高效分离回收和再生应用技术详细实现方案及其物理机理。提交回收组分样品，技术指标要求：Li综合回收率≥90%；Co、Ni、Mn综合回收率≥98%；石墨综合回收率≥90%；类球型放电介质直径≤10 mm，放电功能≤10 Ω cm-1，耐压强度≥5250 N m-2。

**J34毫米级沥青基球状准碳分子筛**

**【研究内容】**研发毫米级沥青基球状准碳分子筛制备技术，考察煤沥青热解、炭化行为特点及其热解产物微晶结构形成机制，提出煤沥青组成结构精准调控方法，重点研究煤沥青氧化不融化后其含氧官能团的种类和数量对准碳分子筛孔结构的影响，优化准碳分子筛孔径控制工艺参数，提出超微孔体系的形成与调节机制。

**【任务指标】**提交毫米级沥青基球状准碳分子筛的制备方案及产品，产品指标要求：球形度≥90%，比表面积≥600 m2 g-1，压碎强度≥5 N，孔径以微孔为主（小于1.0 nm孔径比例≥80%），颗粒尺寸≥0.3 mm。

**J35硫酸盐钠电正极材料公斤级小试及软包储能电池**

【研究内容】公斤级逐级放大过程中的硫酸铁钠的防氧化工艺以及升温机制对产物的演变规律和目标产物纯度的影响；全电池工艺参数对材料电化学行为及电池性能的影响；软包制作工艺参数与最终电池的标称电压、能量密度和循环寿命等性能的影响规律。

【任务指标】硫酸铁钠正极材料参数指标：公斤级样品；D50<10 *μ*m；振实密度>0.9 g/cm3；比容量>90 mAh/g；循环寿命>3000次；2C容量保留率>70%；首次效率>90%，提供第三方资质检测报告。1 Ah软包电池参数指标：标称电压>3.3 V; 满充电压>4.0 V; 满放电压<1.8 V；最大放电电流>2 A；能量密度>110 Wh/kg；2C容量保留率>80%。

**J36限域级纳米材料电解水制氢**

**【研究内容】**开发限域材料的高效化学气相沉积（CVD）制备技术；以大面积超薄二维材料作为基质，基于限域策略开发新型层状材料限域非铂基合金催化剂；构建二维材料限域级催化剂电解池，优化其电解水制氢性能；提出电解池性能评价方法，确定控制电解池耐受性的关键因素。

**【任务指标】**提交CVD技术大面积且相可控制备超薄二维材料的新方法；提交利用5d超薄二维材料层间限域Co/Mo或Co/Ni等合金催化剂的制备技术，催化剂过电势≤250 mV@10 mA/cm2；提交低成本高效电解水制氢系统，电解池水分解电压≤1.75 V@500 mA/cm2。

**J37用于规模化储能的磷酸铁锂聚合物厚电池系统**

**【研究内容】**大容量、高倍率、高安全磷酸铁锂聚合物厚电池单体的设计与制备技术；模组中电芯精准控温、延长电池使用寿命和储能效率的电池管理系统技术；全电芯动态参与调控方案；与快速调控系统频率相协同的高效电池管理方案；规模化磷酸铁锂储能电池模组与系统的设计与应用。

**【任务指标】**高性能磷酸铁锂电池单体能量密度≥200 Wh/kg，循环寿命≥12000次（25 ℃，100%放电深度）；兆瓦级储能系统热管理方法：电池组工作状态温度差≤5 ℃，系统自维持能量损耗≤20%，其中环境温度为-20‒0 ℃时≤20%，0‒10 ℃时≤10%，10‒30 ℃时≤5%，30‒40 ℃时≤20%；兆瓦级储能系统综合充/放电效率：AC220V-DC (25 ℃) ≥85%，DC-AC220V(25 ℃)≥90%；兆瓦级储能系统数据信息管理系统：支持兆瓦级储能柜集成3‒10个；电池异常预警≤2 s；电路故障报警≤2 s；基于电池单体热性能模型的热管理仿真优化设计模型。

**J38难降解高盐煤基废水高效低碳处理**

**【研究内容】**揭示煤基废水污染物解析及对物化/生化工艺影响机制；开发自养/异养耦合的短程硝化反硝化协同厌氧氨氧化一体化脱氮新技术；开发物化/生化/电化学耦合的全流程处理装备；开发煤基废水技术实际应用。

**【任务指标】**处理能力>1.0 m3/d；技术指标：COD去除率>90%，悬浮物去除率>95%，氨氮去除率>90%，总氮去除率>80%，盐度去除率>80%，色度去除>90%；经济指标：电耗<1.5 kWh/m3，处理成本<2.0 元/m3。

**J39高比能、高功率及长寿命锂离子电容器关键材料及技术**

**【研究内容】**高容量、高电压、类球状木质素基多孔碳制备技术；高倍率、长寿命及相容性良好的石墨基负极材料的开发关键技术；耐高温、耐高压离子液体/聚合物电解质复合膜制备技术；高比能、高功率以及长循环寿命锂离子电容器制造技术。

**【任务指标】**容量≥500 F，充电电压3.8-4 V，能量密度≥20 Wh/kg；循环10万次后容量保持率≥85%。

**J40质子交换膜燃料电池阴极非贵金属催化剂的电极设计与规模化应用关键技术**

【研究内容】非贵金属燃料电池阴极催化剂高一致性宏量制备技术；非贵金属催化膜电极三相界面的构筑及优化；新型催化剂理化参数对膜电极浆料制备、工艺及性能的影响机制；非贵金属催化膜电极结构的制备以及强化技术。

**【任务指标】**建立催化剂制备小试线，采用连续生产法生产纳米金属颗粒分散均匀的催化剂，单批次产量 ≥ 100 g，不同批次电性能偏差 ≤ 8%；验证性非贵金属催化电堆功率≥1 kW。非贵金属氧还原催化剂在0.9 V处活性 ≥ 0.044 A/cm2；膜电极氧还原催化剂载量 ≤ 4 mg/cm2，氢-空条件0.9 A/cm2电流密度下单池电压 ≥ 0.675 V，在0.7 V恒电位下测试500 h后电流密度保持率≥初始值的70%。

**J41城市污泥回收海藻酸类聚合物协同生物矿化制备自修复混凝土**

**【研究内容】**构建胞外聚合物增殖-梯级洗脱-海藻酸回收策略；筛选具有好氧特性、矿化沉积效率高的功能微生物，构筑海藻酸愈合剂协同生物矿化菌剂再生骨料改性技术方法；建立改性再生骨料导向的高性能自修复混凝土优化制备方法；核算其能量/资源收益和碳足迹。

**【任务指标】**建立城市污泥胞外聚合物增殖-梯级洗脱-海藻酸回收策略，回收量>70 mg/g VSS；筛选耐受好氧、缺氧及厌氧型碳沉积高活性功能菌剂，碳沉积菌占比>50%，无机碳转化率>40%；建立海藻酸聚合物协同微生物矿化再生骨料改性技术方案，吸水率和压碎指标达到I类再生骨料标准（3%和12%）；构筑愈合剂协同生物改性再生骨料导向的自修复混凝土方法，裂缝修复最大宽度达1.0 mm，裂缝完全修复率>70.0%。

**J42可共形水凝胶热电器件构筑及自驱动可穿戴体征监测**

**【研究内容】**凝胶电解质的制备调控与性能优化，制备具有优良热电转换性能和机械性能凝胶电解质的方法；凝胶热电器件构筑与集成设计方法，凝胶电解质-电极界面电荷输运的物理机制；自驱动柔性可穿戴应用，人体不同位点热电转换场景下自驱动可穿戴体征监测器件的最优设计方案。

**【任务指标】**对人体多体征参数无源监测的可穿戴系统总体框架并开发自驱动可穿戴设备原型样机。凝胶热电薄膜器件:（1）可裁剪成任意形状与尺寸；薄膜厚1 mm、温差10 ℃时，单位面积（1 cm2）输出功率>1 *μ*W，Seebeck系数>1.6 mV/K，持续工作时间>5天；贴合于人体手臂时，输出功率>0.05 *μ*W（环境温度20 ℃）；（2）可拉伸、可任意弯曲，拉伸率>300%；可自愈合（10 min断裂面愈合，电导率和拉伸率恢复到初始值的70%）；（3）保水性好（湿度50%室温放置5天，质量保持90%以上）；耐低温、高温（抗冻温度<-30 ℃，结构失稳>80 ℃）。

**J43农林废弃物类生物质双流化床/加压固定床气化**

**【研究内容】**典型生物质双流化床/固定床热解气化动力学特性研究、建立相关动力学模型并确定动力学参数；双流化床/固定床反应器体系的耦合与集成以及污染物迁徙转化及协同脱除机理; 反应器等关键设备内生物质原料反应规律; 生物质双流化床/加压固定床气化工艺系统的全过程模拟; 农林废弃物类生物质双流化床/加压固定床气化工艺技术体系。

**【任务指标】**完成典型农林废弃物类生物质双流化床/加压固定床气化工艺技术关键技术研发，实现0.5 MW生物质双流化床/加压固定床气化中试试验，通过至少12 h连续运行考核，气化冷煤气效率>70%，热效率>88%，形成农林废弃物类生物质双流化床/加压固定床气化工艺技术体系，具备工业示范装置建设能力。

**J44橡胶用木质素磺酸盐改性纳米氧化锌复合材料**

**【研究内容】**木质素磺酸盐品种的改性规律；纳米氧化锌比表面积影响规律；改性工艺优化；不同品种、工艺改性复合之后的有机锌对橡胶体系轮胎胎面、侧胶、粘合层、制品的影响规律；不同改性复合品种橡胶不同部位使用效果的技术经济评价。

**【任务指标】**轮胎胎面胶使用中，和普通氧化锌用量比较，氧化锌用量减量50%，其他橡胶性能如耐磨、扯断强度、升热等指标维持不变，或略有提高；在保持橡胶性能保持不变或略有提高的情况下，改性复合纳米氧化锌使用成本下降10%以上。

**J45高性能瓦斯抽采钻孔密封材料**

**【研究内容】**采动应力下瓦斯抽采钻孔周边裂隙、破碎煤岩体多孔结构演变规律及其气体渗透特性，钻孔漏气、低效机理；研究不同配比条件下以固废粉煤灰等为主要置换材料的新型多元煤基封孔料浆的流动、输送性能；不同配比下胶结封孔材料固结强度及其气体渗透性，采动应力下胶结复合体孔、裂隙发育特性及其封气效果；基于响应面的，以流动、封气性能等参数为评价指标的高性能钻孔密封配比设计方法；钻孔漏风机理及研发的高性能钻孔封孔材料，动态密封配套工艺并开展现场应用。

**【任务指标】**缓凝稀料：（1）流动度：>200 mm，（2）2 h析水率：<2%；（3）浆液半小时筛网自然通过率：325目（45 *μ*m）> 20%；200目（75 *μ*m）>50%；胶结稠料：（1）胶结后复合体抗压强度1‒6 MPa可控；（2）达到有效的气体封堵，7 d胶结复合体与原破碎煤岩体相比渗透率下降：>100 mD。

**J46钠离子电池正极材料**

**【研究内容】**正极材料基质的掺杂调控和包覆优化，掺杂和包覆层结构对其晶体结构和电化学稳定性的影响规律以及比容量提升机制；正极材料的结构与电化学性能之间的构效关系。

**【任务指标】**用于钠离子电池的高压正极材料克容量130 mAh/g，钠离子电池能量密度120 Wh/kg，循环次数1000圈，1C倍率下容量保持率80%。

**J47酸性矿山废水资源化利用合成新型硫酸根型多元水滑石**

**【研究内容】**酸性矿山废水合成硫酸根型多元水滑石的工艺；硫酸根型多元水滑石的合成对酸性矿山废水中污染离子去除率的影响规律；不同酸性矿山废水的离子组成及含量对硫酸根型多元水滑石结构和性质的影响规律；不同新型硫酸根型多元水滑石的应用。

**【任务指标】**提交煤矿酸性废水制备硫酸根型多元水滑石技术与工艺详细实现方案及其物理机理。提交硫酸根型多元水滑石样品和可资源化利用的水样品，技术指标要求：煤矿酸性废水中金属离子综合回收利用率＞90%，硫酸根离子的回收利用率＞45%；水滑石样品的阴离子离子交换容量＞3 meq/g；对含As、Cr等工业废水中重金属离子的去除率＞90%。

**J48高能量密度和高功率密度钠离子电容器**

**【研究内容】**研发煤沥青衍生多孔碳基全碳正极材料，开发良好动力学的正负极材料体系；筛选与优化电解液，提高器件低温性能；开发钠离子电容器件具有低温性能且安全高效运行的制备工艺。

【**任务指标**】提交钠离子电容器件安全高效运行的制备工艺技术及样品。技术指标要求：钠离子电容器能量密度≥100 Wh/kg，功率密度≥15 kW/kg，循环寿命>50000次，低温（-50 ℃）性能达室温容量的80%。

**J49细粒煤系固废资源化储碳型注浆材料**

**【研究内容】**细粒煤系固废-高钙固体废弃物储碳型注浆材料制备过程中热活化条件以及粒度等工艺参数影响规律；细粒煤系固废热活化条件下高钙固体废弃物对CO2捕集最优的热活化条件、CO2浓度及压力、以及高钙固体废弃物中钙的含量及存在形式等工艺参数的影响规律；细粒煤系固废活化固碳协同工艺参数。

**【任务指标】**对标标准稠度32.5矿渣水泥，高胶凝性能的储碳型注浆材料28 d强度可达30 MPa，流动性1.8-3 cm，凝结时间：初凝大于45 min，终凝不超过300 min；成本可降低约100元/吨。储碳型注浆材料每吨可封存二氧化碳量达到100 kg以上。

**J50基于生物质电厂灰的新型胶凝充填材料**

**【研究内容】**基于生物质电厂灰的胶凝充填材料制备及调控策略；根据关键位置“结构充填体-基本顶岩层”联合承载特征的强度性能可控型结构充填材料；绿色环境友好新型外加剂及其对结构充填体承载、防渗、耐腐、阻燃性能的调控机制；融合“固废升级利用-矿山充填减沉防灾”一体化综合利用技术。

**【任务指标】**技术指标要求：生物质电厂灰胶凝充填体强度≥10 MPa；等效替代水泥胶结材料30%以上；抗蚀系数≥0.85；充填材料经济成本控制在60元/m3以内，充填材料不对地下水系产生污染或满足二级水要求。

**J51软岩渗流稳定性可控注浆材料**

**【研究内容】**不同配比条件下以黏土、水泥基以及其它无机盐为主的绿色环保复合材料在软岩地层中的可注性和固结性；注浆材料对软岩空隙的修复程度以及渗透性控制效果；高效浆液配比设计工艺；配套的注浆工艺并开展现场试验应用。

【**任务指标**】浆液材料进入孔隙结构中，40 Pa·s<浆液粘度<60 Pa·s；5 h<凝胶时间<10 h；软岩渗流稳定性可控，0.1 m/d<渗透系数衰减度<0.01 m/d；注浆材料28 d凝结后抗压强度可控，1 MPa <抗压强度<3 MPa。

**J52医用可降解骨植入物用Zn-Fe金属泡沫**

**【研究内容】**制备综合性能与骨修复应用匹配的Zn-Fe泡沫合金，并优化工艺参数，对材料作为骨修复植入体的力学安全性和适配性进行评估；探索材料降解机制，对降解产物的生物安全性进行评估；研究材料组成和孔径对成骨细胞的调控机制、对材料抗菌性的影响；在动物体内构建骨缺损模型，研究材料组成和孔径对骨修复过程的调控作用。

**【任务指标】**提交可降解骨植入用Zn-Fe金属泡沫及制备工艺，技术指标：孔隙率>70%，孔隙连通率>98%；抗压强度在10-70 MPa内可调，弹性模量在0.5-2.5 GPa内可调；降解速率在0.3-0.7 mm/y内可调，且降解产物无明显毒性；体外成骨细胞存活率>150%，细胞分化能力>130%；动物体内表现出可靠的成骨性能，材料可在6-12个月内完全降解。

**J53细胞核靶向碳点**

**【研究内容】**制备无需特异性修饰、具有细胞核自主选择功能的的荧光碳点，探明细胞核靶向功能的决定性因素；构建可对癌/正常细胞区别标记的荧光探针，实现对癌细胞的筛查，探究癌细胞识别机制；构筑高效细胞核靶向抗肿瘤药物递释系统，可视化追踪药物对肿瘤抑制效果及肿瘤演变过程。

**【任务指标】**提交细胞核靶向荧光碳点及其制备方案，核心指标：粒径<10 nm，细胞毒性<10%，保存期限>2个月，水溶性良好，与商用染剂的复染兼容性良好；开发2-3种新型可识别肿瘤/正常细胞的荧光探针；构建2-3种稳定的高效细胞核靶向药物递送系统，增强药物疗效。

**J54快速止血材料**

**【研究内容】**探索适合快速止血和皮肤再生的功能型复合凝胶材料制备方案，评价凝胶材料的体外止血性能及抗炎抗菌能力；开展复合凝胶材料在动物体内的止血性能以及伤口修复研究，探究其止血和促进伤口愈合的潜在生物作用机制。

**【任务指标】**提交快速止血材料的系列产品及制备方案，核心指标：杨氏模量范围1-100 KPa（正常人软组织数量级），孔隙率＞85%，孔径范围100-200 mm，溶胀率＞800%，抑菌率＞90%（常见的革兰氏阳性菌和阴性菌），快速止血时间＜2 min，降解时间＜2个月。将成果应用于危重烧伤、慢性创面修复等领域。

**J55可诱导组织再生的仿生电活性材料**

**【研究内容】**仿生电活性材料的构建及性能优化；仿生电活性材料介导组织再生及机制分析；仿生电活性材料的产品技术开发。

**【任务指标】**提交具有诱导骨再生的仿生电活性薄膜或涂层材料，核心指标为：薄膜厚度20-150 μm，压电系数d33≥25 pC/N，植入体内一个月后电学稳定性≥50%；提交制备仿生电活性材料薄膜或涂层可规模化生产技术；开发电活性薄膜或涂层表面矿化胶原等仿生活性层的设计与构建技术；建立仿生电活性材料产品技术要求，完成生物相容性检测报告。

**J56人工皮肤材料**

**【研究内容】**采用人体皮肤细胞组织，通过培养角质细胞和成纤维细胞，研发两种HSEs生物新材料：（1）表皮材料：含角质细胞的表皮材料，用于渗透性、腐蚀性、刺激性检测；（2）全皮肤细胞：包括角质细胞、成纤维细胞的双层皮肤材料，用于药物研发、医学研究，以及烧/创伤医疗和美容修复。

**【任务指标】**提供2种人工皮肤生物型材料：尺寸直径1 cm，含角质细胞的表皮材料，用于渗透性、腐蚀性、刺激性检测，并建立一套人工表皮材料的标准化培养流程；尺寸直径2 cm，包括角质细胞、成纤维细胞的双层皮肤材料，用于药物研发、医学研究，以及烧/创伤医疗和美容修复，并建立一套全皮肤材料的标准化培养流程。

**J57智能抗菌纤维制医用烧烫伤修复绷带**

**【研究内容】**基于广谱抗菌纳米银，利用响应性水凝胶、氧化石墨烯等有机/无机材料，开发低成本且高效抗菌智能医用烧烫伤修复绷带；调控智能抗菌纤维制医用绷带敷料的结构及其响应性、高效抗菌、强韧性等，揭示抗菌成分/抗菌纤维微环境可控释放及创面加速修复的作用机制，开展其临床应用前验证。

**【任务指标】**提供智能抗菌纤维制医用烧烫伤修复绷带产品设计、制备技术方案及样品。技术指标要求：对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑制率>99%以上；对于血液的相容性<5%；敷料断裂强力>370 N；二级烫伤伤口14天创面愈合率>55%。

**J58新型抗菌医用导尿管生产工艺改进**

**【研究内容】**研制新型高效持久抗菌医用导尿管，以多维度纳米碳材料为载体，优化可控合成具有高效低毒抗菌的新型复合抗菌剂；开展新型抗菌导尿管的临床应用前研究；精确设计导尿管成型模具，改进及提升抗菌导尿管的生产新工艺路线。

**【任务指标】**提交改进提升后新型抗菌导尿管的生产工艺路线；提供医用抗菌导尿管的样品。技术指标要求：对大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抑制率>99%；动物体内留置30天后仍满足抗菌要求；符合GB/T 15812.1-2005非血管内管一般性能标准要求和YY0325-2016一次性使用无菌导尿管的行业标准要求。

**J59载药可吸收聚乳酸手术缝合线**

**【研究内容】**优化载药微球的生产工艺及聚乳酸（PLA）纤维熔融纺丝工艺；研究微球/缝合线结构对微球/缝合线体系释药行为的影响关系，对浸轧工艺进行优化；研究载药PLA手术缝合线的安全性，取得权威部门检测报告；形成载药可吸收PLA手术缝合线生产线示范基地。

**【任务指标】**提交载药可吸收PLA手术缝合线制备技术。核心指标为：载药量0.5%-5%，释药杀菌率>95%，释药周期在5-80天可调控，增强增韧效果较原始缝合线提高30%以上，降解周期在10-360天可调控；提交专用于生产载药PLA手术缝合线的产业化装备1套；建立1个年产百公斤载药PLA缝合线的产业化示范基地。

**三、基础研究类（28项）**

**面向17个研究方向，包括但不限于以下研究：**

**Y1高质量GaN基紫外激光器外延材料**

**Y2柔性微弱力微应变双感知荧光传感材料**

**Y3有机半导体光伏材料**

**Y4过渡金属硫族化合物异质结**

**Y5可见光探测认知材料**

**Y6煤炭清洁高效利用的关键基础问题**

**Y7二氧化碳高值化利用的关键基础问题**

**Y8高分子材料微观结构调控与功能化**

**Y9高性能高分子材料绿色制备技术与构效关系**

**Y10有机多孔材料结构调控与功能化**

**Y11面向特种服役环境的金属材料结构演化、性能调控与缺陷修复**

**Y12新型高品质磁性材料的微观界面科学问题**

**Y13轻质高强异质复合材料界面组织调控与性能优化**

**Y14煤/生物质共碳化电化学制碳量子点**

**Y15动态分析多孔碳纳米纤维结构与快充关系**

**Y16光催化产双氧水用纳米碳异质复合物**

**Y17钠电用煤沥青基硬碳负极材料**

**Y18近红外簇发光聚酯材料**

**Y19电池、储能、制氢材料**

**Y20 CO2捕集、分离、转化材料**

**Y21 MOFs与气凝胶材料**

**Y22注浆材料与充填材料**

**Y23多功能骨缺损修复材料**

**Y24益生菌/纳米酶复合活性材料**

**Y25肝癌栓塞治疗用金属有机框架-钇-90微球**

**Y26干细胞基微图案化类脑器官**

**Y27山西省碳基新材料战略发展**

**Y28山西能源产业发展路径**