

## 附件 3

# “重点基础材料技术提升与产业化”重点专项 2017 年度项目申报指南

为落实《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）》和《中国制造2025》等提出的任务，国家重点研发计划启动实施“基础材料技术提升与产业化”重点专项。根据本重点专项实施方案的部署，现发布2017年度项目申报指南。

本重点专项总体目标是：以提升大宗基础材料产业科技创新能力和整体竞争力为出发点，以国家重大工程和战略性新兴产业发展需求为牵引，从基础前沿、重大共性关键技术到应用示范进行全链条创新设计，一体化组织实施，着力解决重点基础材料产业面临的产品同质化、低值化，环境负荷重、能源效率低、资源瓶颈制约等重大共性问题，推进钢铁、有色、石化、轻工、纺织、建材等基础性原材料重点产业结构调整与产业升级，通过基础材料的设计开发、制造流程及工艺优化等关键技术和国产化装备的重点突破，实现重点基础材料产品的高性能和高附加值、绿色高效低碳生产。提升我国基础材料产业整体竞争力，满足我国高端制造业、战略性新兴产业创新发展、新型工业化和城镇化建设的急需，

为我国参与全球新一轮产业变革与竞争提供支撑，实现我国材料产业由大变强、材料技术由跟跑型为主向并行和领跑型转变。通过本专项的实施，重点基础材料高端产品平均占比提高15%~20%，带动支撑30~50万亿元规模的基础材料产业发展，减少碳排放5亿吨/年。

本重点专项按照钢铁、有色金属、石化、轻工、纺织、建材等6个方向，共部署31个重点研究任务。专项实施周期为5年(2016 - 2020年)。

2016年，本重点专项在6个方向已启动实施12个研究任务，39个项目。2017年，拟在6个方向启动其余19个研究任务。同时，特种功能玻璃材料及制造工艺技术重点任务2016年安排了浮法电子玻璃子任务，2017年拟补充安排溢流法电子玻璃子任务。因此，2017年拟启动20个重点研究任务，共70-140个项目，拟安排国拨经费总概算13.149亿元。凡企业牵头的项目须自筹配套经费，配套经费总额与国拨经费总额比例不低于1: 1。

项目申报统一按指南二级标题(如1.1)的研究方向进行。除特殊说明外，拟支持项目数均为1-2项。项目实施周期不超过4年。申报项目的研究内容须涵盖该二级标题下指南所列的全部考核指标。项目下设课题数原则上不超过5个，每个课题参研单位原则上不超过5个。项目设1名项目负责人，项目中每个课题设1名课题负责人。

指南中“拟支持项目数为1-2项”是指：在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可同时支持这2个项目。2个项目将采取分两个阶段支持的方式。第一阶段完成后将对2个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

## 1.绿色化与智能化钢铁制造流程

### 1.1 钢铁流程关键要素的协同优化和集成应用

研究内容：研究基于冶金工程流程学的钢铁流程绿色化与智能化协同机制、能源转换及综合能效提升规律；发展基于工序功能耦合匹配及界面/亚界面重构理论的炼铁-炼钢和连铸-轧制各区段智能化调控技术；研究钢材定制化生产与窄窗口智能化控制机理；开发多工序优化组合、不同工序生产节奏动态有序匹配和低成本的钢水质量窄窗口智能化稳定控制技术及应用示范；发展基于能量流网络模型的物质流与能量流智能协同调配技术及应用示范。

考核指标：通过应用基础研究，形成钢铁制造流程物质流、能量流和信息流协同理论。通过钢铁流程绿色化与智能化技术集成开发、应用，钢铁流程能效由目前的45%左右提高到55%，吨钢能耗比2015年降低8%，吨钢气体污染物排放比2015年降低30%。为显著提升钢材质量稳定性、可靠性和适用性，扩大钢材的品牌增值提供关键技术支持。

## 1.2 扁平材全流程智能化制备关键技术

研究内容：开发面向供应链价值的智能决策系统、智能化生产动态排程等钢材定制化生产技术应用示范；开发产品全流程质量在线监控、诊断与优化技术应用示范；开发多工序协调匹配与质量窄窗口智能化控制技术应用示范；开发产品加工过程温控-变形耦合-性能匹配及表面质量控制智能化技术应用示范；开发近终型、低温增塑、变厚度与复合轧制及热处理技术。

考核指标：通过全流程智能化技术开发、应用，实现全流程智能化控制，流程数控化率超过 80%，生产效率提高 10%，建立具有国际先进水平的以信息深度感知、智慧优化决策和精准控制执行为特征的扁平材智能化工厂样板，形成典型产品全流程智能化协同控制的成果包；显著提升钢材质量稳定性、可靠性和适用性，产品性能波动减少 20%，扩大钢材的品牌增值；关键技术研发形成应用示范。

## 1.3 长型材智能化制备关键技术

研究内容：开发长型材连铸恒温、恒量出坯与轧制节奏匹配的智能化控制、长型材炼钢-轧制全过程负能制造、多工序生产成本综合优化、温度场-应力场-应变场耦合及产品多等级质量控制等钢材定制化生产与窄窗口智能化控制技术，并应用示范；研究全废钢电炉连续加料-快速熔炼应用基础，

开发短流程电炉冶炼和全废钢电炉连续加料-快速熔炼关键技术及应用示范。

考核指标：实现长型材生产智能化控制，流程数控化率超过 80%；规模化直轧率不小于 95%，同类型长型材轧钢工序吨钢能耗降低 20 公斤标煤，长型材炼钢-轧制全过程吨钢能耗小于零；显著提升钢材质量稳定性、可靠性和适用性，扩大钢材的品牌增值。全废钢电炉实现连续加料、快速熔炼，建立环境友好型电炉短流程示范。

#### 1.4 钢铁流程绿色化关键技术

研究内容：研究矿相结构及高效成矿机理、结焦过程胶质体快速形成的传热传质规律和基于大数据的高炉低能耗热状态形成机理，开发基于高效低耗的烧结、焦化和炼铁绿色化技术；开发低漏风率、少烟气量和低返矿率的烧结关键技术与装备；研究烧结过程有毒有害物质的产生与代谢轨迹，开发其过程烟气选择性循环的烧结多污染物深度脱除及其相关副产物的资源化技术与应用示范；开发资源节约型高耐蚀、除雾霾抗菌涂镀技术。

考核指标：通过钢铁流程绿色化关键技术开发及应用，为高效低耗冶金绿色化生产和多种污染物脱除及资源化提供解决方案，实现钢铁制造流程绿色化生产。吨焦能耗降低 5 公斤标煤以上，吨烧结矿能耗降低 3 公斤标煤以上，吨铁能耗降低 5 公斤标煤以上；烧结机漏风率比 2015 年指标减

少 15%以上，返矿率比 2015 年指标减少 10%以上；吨钢气体污染物排放比 2015 年指标降低 20%以上；副产物资源利用率比 2015 年指标提高 10%以上；镀层厚度减少 30%的情况下钢材寿命提高 1 倍以上，在可见光下 24 小时致霾气体去除率 $\geq 60\%$ 、抗菌率 $\geq 90\%$ 。

## 2. 高性能交通与建筑用钢

### 2.1 高性能超高强汽车用钢

研究内容：研究高性能超高强汽车用钢多相与相变强韧化机理；第三代先进汽车用钢的多相组织设计与调控、生产工艺与装备及制造关键技术；复杂成形条件下汽车用钢的微观组织结构演变、宏观变形及回弹控制技术原理、延迟开裂机理；高强度钢成形关键工艺与控制技术、应用及轻量化评价技术；全面打通第三代高强塑积汽车用钢的设计、研发、生产与应用产业链，实现抗拉强度为 1000-1500MPa 的高强塑积第三代汽车用钢铁材料的研发、生产及关键部件制造产业化示范。

考核指标：第三代超高强汽车用钢形成系列产品和应用，性能指标达到：1000MPa 级延伸率 $\geq 21\%$ ，1200MPa 级延伸率 $\geq 17\%$ ，1500MPa 级延伸率 $\geq 14\%$ ，建立超高强汽车用钢品种体系、生产体系、标准体系和用户评价体系，形成年产 10 万吨超高强汽车用钢生产示范线，建成具有世界先进水平高强度汽车用钢零部件先进成形技术示范线；更高强塑

积 ( $\geq 30\text{GPa}\cdot\%$ ) 的第三代汽车用钢取得突破, 性能指标达到: 1000MPa 级延伸率 $\geq 35\%$ 、1200MPa 级延伸率 $\geq 30\%$ , 1500MPa 级延伸率 $\geq 20\%$ , 实现 1000-1500MPa 的高强塑积第三代汽车用钢的制备与应用示范。大幅度、大规模地推动车身轻量化和节能减排, 实现汽车关键钢铁零部件减重 8-21%, 汽车轻量化钢铁材料研发与应用达到国际领先水平。

## 2.2 高耐磨高强韧重载钢轨用钢

研究内容: 研究重载条件下钢轨钢的耐磨损、耐疲劳、抗冲击行为的组织调控机制; 开展在线热处理工艺下组织结构的精确控制与配套焊接技术研究; 开发重载铁路用耐磨损过共析钢轨; 开发适合苛刻线路条件应用的低成本、高强韧贝氏体钢轨; 开展重载钢轨的服役性能评价及应用技术研究, 实现干线铁路应用示范。

考核指标: 开发出抗拉强度 $\geq 1330\text{MPa}$ 、轨头顶面布氏硬度 390-450HB, 耐磨损性能较现役钢轨至少提高 20%, 满足线路年运量 5 亿吨服役需求; 开发出抗拉强度 $\geq 1380\text{MPa}$ 、延伸率 $\geq 12\%$ 、 $-20^\circ\text{C}$ 断裂韧性 $\geq 60\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 的高强度高韧贝氏体钢轨, 整组道岔通过总重达 3 亿吨以上; 示范应用总量达到千吨级以上, 形成我国具有自主知识产权的重载铁路钢轨品种体系、生产体系和应用体系; 形成 3 个以上具有世界先进水平的重载钢轨研发、生产和应用示范基地。

### 2.3 苛刻环境下铁路车辆关键部件用钢

研究内容：研究高速车轴用钢耐疲劳、高韧性的组织细化和第二相控制机制；研究铁路车辆车体用钢的耐大气腐蚀和局部腐蚀行为；开发窄成分冶炼、超低氧、高洁净度的稳定控制技术；开发高寒地区用高韧性高速车轴用钢、高耐候高强度易焊接转向架构架用钢和车体用钢等关键品种，实现示范应用。

考核指标：开发出屈服强度450MPa级高韧性空心车轴用钢，-40℃ U型缺口冲击功达40焦耳以上，满足高寒地区高铁运输需求；开发出高铁用屈服强度390MPa级高耐候易焊接转向架构架用钢及配套焊接材料与工艺，满足30年服役寿命要求；开发出高耐蚀货车用屈服强度500MPa级车体用钢，满足25年服役寿命要求；示范应用总量达到千吨以上，满足我国设计时速350公里以上高铁用钢和高耐候货车用钢需求，形成3个以上具有世界先进水平的铁路车辆用钢研发、生产和应用示范基地。

### 2.4 建筑结构用抗震耐蚀耐火钢

研究内容：研究长期腐蚀环境和高温火灾条件下合金耐蚀性与高温组织稳定性的耦合调控机理；开发建筑结构用钢低屈强比与高耐蚀耐火性能关键控制技术；开发加速锈层稳定的合金化及表面预处理关键技术；开发高层及超高层建筑用高强抗震耐蚀耐火建筑结构用钢板、型钢及其配套焊接材



料与工艺；开展全寿命周期耐腐蚀性能评价，建立耐蚀耐火钢应用技术与服役性能评价体系，形成建筑结构用耐蚀耐火钢研发、生产及应用示范。

考核指标：开发出 460MPa 级和 690MPa 级耐蚀耐火钢板、型钢，屈强比 $\leq 0.85$ ，断后伸长率 $\geq 18\%$ ，耐火极限性能为 600℃下 3 小时其屈服强度高于室温屈服强度的 2/3；焊材及焊接接头的耐蚀性、耐火性与母材匹配；使用寿命超过 70 年；形成沿海海洋大气环境下建筑结构用耐蚀钢的服役性能评价体系，制定标准和应用设计规范或建筑钢结构设计指南；形成 3 个以上建筑结构用抗震、耐蚀、耐火钢研发、服役评价和生产示范基地。

## 2.5 高性能桥梁用钢

研究内容：研究桥梁用钢腐蚀与断裂失效行为、疲劳与止裂控制原理；开发低屈强比桥梁钢合金成分与组织结构控制关键技术；研究合金成分体系、深加工工艺对桥索钢缠绕、弯曲和扭转性能的影响机理，开发超高强度桥索钢控轧及离线铅浴淬火关键工艺；开发锈层稳定化表面预处理、锈层损伤修补等控制技术；开发构件大型化、厚壁化条件下免预热焊接桥梁用钢的合金体系及生产控制技术；开发满足 100 年使用寿命的 420MPa 级焊前不预热或少预热耐候桥梁钢以及 690MPa 级高强耐候桥梁钢工业化制造技术，开发配套焊接与

螺栓连接等关键技术；建立服役环境及结构评价体系，形成标准、规范，实现应用示范。

考核指标：开发出焊前不预热或预热温度 $\leq 75^{\circ}\text{C}$ 的420MPa级耐候桥梁钢， $-40^{\circ}\text{C}$ 断口纤维断面率 $\geq 70\%$ 、屈强比 $\leq 0.85$ ；开发出2000MPa级桥索钢，缠绕弯曲和扭转均达到8次以上；无涂装耐候桥梁钢稳定化锈层形成时间小于1月；开发出690MPa级屈强比 $\leq 0.85$ 的桥梁钢；完成配套焊接材料及工艺的开发；开发出与母材耐候性相当的12.9级耐候螺栓钢，100小时延迟断裂试验，0.9倍抗拉强度加载，饱和充氢含量 $[\text{H}]_c \geq 3\text{ppm}$ ，不发生断裂；提出桥梁构件防断设计选材规范，建立无涂装耐候桥梁钢使用规范；实现千吨级示范应用，耐候桥梁钢使用寿命达到100年。

### 3.先进能源用钢

#### 3.1 低温、高压服役条件下高强度管线用钢

研究内容：针对极寒地区气温条件，研究在低温、高压服役条件下高强度管线钢的断裂力学行为和韧化机理，阐明在低温条件下控制塑性断裂和裂纹止裂的物理冶金学原理，二氧化碳驱服役环境下钢管腐蚀机理；突破低温用特宽、特厚钢板/带和二氧化碳驱专用耐蚀钢的合金设计、在线全流程组织细化热机械处理、微观结构精细调控和应用评价等关键技术；开发低温超大输量和二氧化碳驱管道用钢的成套工业化制造技术；制定专用标准规范，实现示范应用。

考核指标：开发出宽度满足 $\Phi 1422$ 毫米制管要求，钢板最大厚度31.8毫米，钢带最大厚度21.4毫米，屈服强度555MPa级， $-40^{\circ}\text{C}$ 比冲击功 $\geq 245$ 焦耳的低温管线钢，满足450亿立方米/年超大输量或 $-40^{\circ}\text{C}$ 极寒地区服役的国家重大管道工程建设对板材的技术要求，实现低温用管线钢的完全国产化；二氧化碳驱耐蚀钢在典型服役环境下腐蚀速率低于0.076毫米/年，服役寿命比现用金属管道提升2倍以上；建立低温超大输量和二氧化碳驱管道用钢的研发、生产、应用和标准规范体系，示范应用达到千吨级。

### 3.2 超低温及严苛腐蚀条件下低成本容器用钢

研究内容：研究储罐用钢组织形态与微结构对超低温（ $-196^{\circ}\text{C}$ ）强韧性和断裂行为的影响，阐明低成本合金化设计原理和组织精细化调控的冶金学规律，研究异质金属间高温压力复合的原子互扩散行为和界面脆性相形成规律；为确保低成本储罐用钢的超低温强韧性，开发超纯净冶炼与低偏析连铸技术、显微组织与析出相调控的热机械处理与热处理技术、专用焊材与焊接技术，以及异质金属全轧制复合工艺与装备；形成低成本储罐用钢和异质钢板轧制复合成套工业化生产技术；制定专用标准规范，实现示范应用。

考核指标：开发出厚度规格5-60毫米节Ni型液化天然气储罐用钢，满足大型储罐建设要求，与9Ni钢综合使用性能相当，且比9Ni钢合金成本降低20%以上；“钢-钛”与“钢-耐蚀

合金”复合板界面剪切强度分别达到200MPa和350MPa以上，内、外弯曲180度后无分层和裂纹。建立我国低成本储罐用钢标准规范，节Ni型液化天然气储罐用钢和双金属复合板形成应用示范。

### 3.3 煤炭采运用高耐磨性钢板

研究内容：研究煤炭采运工况下钢材的磨损行为和机理，研究在保持良好的加工性、成型性和焊接性的前提下，提高钢材耐磨性的合金设计和组织控制理论，突破煤炭采运用高耐磨性钢板合金设计、冶炼、铸造（连铸或模铸）、轧制、热处理、精细组织和内应力控制等关键技术，形成煤炭采运用高耐磨性钢成套生产制造技术，开展应用与评价技术研究，建立相关标准规范，实现产业化及应用示范。

考核指标：钢板表面布氏硬度400~500HB，心部硬度不低于表面硬度的90%；在机械加工性能和焊接性达到相同硬度传统马氏体耐磨钢水平前提下，耐磨性提高到相同硬度传统马氏体耐磨钢的1.5倍以上；钢板最大厚度规格65毫米，满足年产煤量一千万吨高产高效工作面所需重型、超重型刮板输送机的制造需求；建立煤炭采运用高耐磨性钢的理论体系、生产技术体系和标准规范体系，完成产业化和应用示范，示范达到千吨级。

### 3.4 先进超超临界锅炉高温弯管和铸锻件

研究内容：研究700℃超超临界锅炉用新型马氏体耐热钢、耐热合金的高强韧、长寿命机理及其在高温高压复杂介质环境下的失效机理，研发基于耐热材料高温性能稳定性的基体组织与析出相控制技术，实现700℃超超临界燃煤锅炉工程用高温弯管、锻件和铸件产业化制造。

考核指标：对5吨级典型件，新型马氏体耐热钢高温弯管、锻件和铸件650℃10万小时外推持久强度 $\geq 100\text{MPa}$ ，纯固溶强化型耐热合金锻件675℃10万小时外推持久强度 $\geq 100\text{MPa}$ ，耐热合金锻件700℃10万小时外推持久强度 $\geq 100\text{MPa}$ 。

### 3.5 新一代压水堆核岛用钢及临氢化工大单重特厚板

研究内容：研究第三代先进核能系统用钢（含铸锻件和宽厚板）高强韧和组织细化调控机理，研发新一代高品质宽厚板和大型铸锻件高洁净、均质化制造技术。研究大单重、特厚（100mm 以上）临氢设备用 Cr-Mo 容器钢及配套关键材料。

考核指标：核压力容器用钢锻件尺寸 $\Phi 2000$ 毫米 $\times 700$ 毫米，厚度T/2处取样无塑性转变温度RTNDT $\leq -60^\circ\text{C}$ ，350℃抗拉强度 $\geq 600\text{MPa}$ 。核反应堆安全壳用钢板尺寸4000毫米 $\times 60$ 毫米，厚度T/4处取样，室温下，屈服强度 $R_{e1} \geq 485\text{MPa}$ ，抗拉强度 $R_m$ : 655-795MPa; 150℃下，屈服强度 $R_{p0.2} \geq 440\text{MPa}$ ，

抗拉强度 $R_m \geq 620 \text{MPa}$ ;  $-45^\circ\text{C}$ 冲击功 $K_{V8} \geq 54$ 焦耳。大单重指标 $\geq 30$ 吨、150-200毫米厚Cr-Mo钢板T/2取样性能达到临氢工程设备设计要求。

#### 4.新型稀有/稀贵金属材料

##### 4.1 超高纯稀有/稀贵金属制备技术

研究内容: 研究超高纯稀有/稀贵金属材料制备过程中深度除杂与净化机理, 建立相关的痕量杂质元素精确检测方法并研制标准样品; 开发高效率、短流程和环保型的稀有/稀贵金属超高纯原材料联合纯化技术, 以及超高纯、低缺陷铸锭制备技术和高品质粉体原料制备技术; 实现产业化示范应用。

考核指标: 铸锭或粉体原料按电子行业标准分析纯度达到: Au、Ag $\geq 6\text{N}$ , Pt、Pd、Ru、Ir、Re、Co、Ni、Ti、W、Mo、Ta 纯度 $\geq 5\text{N}$ , 非金属杂质元素 C、N、O、H、S 含量满足电子行业标准要求; 建立 GDMS (辉光放电质谱法)、LA-ICP-MS (激光剥蚀电感耦合等离子体质谱仪) 等配套纯度检测方法, 分析痕量杂质元素 40-70 个、检出限比现有技术提升 1-2 个数量级, 达到  $10^{-9}$ - $10^{-11}$  量级, 形成系列化的标准样品, 形成国家/行业标准 $\geq 5$  项; 超高纯金属铸锭尺寸 $\geq 150$  毫米, 缺陷率 $\leq 0.5\%$ ; 高纯粉末原料粒度 1~30 微米、呈正态分布; 形成 Au、Ag、Pt、Pd、Ru、Ir、Co、Ni 各 1~5 吨/年的系列化超高纯原料规模生产能力。

## 4.2 大规格稀有/稀贵金属靶材制造技术

研究内容：研究高端元器件用新型超高纯稀有/稀贵金属及其合金材料塑性变形及微观组织演化规律与机理；开展超高纯金属靶材及制品微观组织均匀成型控制工艺研究，突破铁磁性靶材磁性能/电性能控制关键技术；开发铂族、铁磁性稀有/稀贵金属靶材及 TFT(薄膜晶体管)制造用超高纯铜旋转靶材，以及大面积异质金属高性能焊接及高精度加工技术；实现产业化示范应用。

考核指标：超高纯铂族单质金属靶材按电子行业标准分析 Pt、Ru、Ir 纯度 $\geq 5N$ （分析杂质元素 40-70 个），坯锭尺寸 $\geq 150$  毫米，相对密度 $\geq 99.5\%$ ，氧含量 $\leq 50\text{ppm}$ (百万分比浓度)；铁磁性超高纯稀有/稀贵合金靶材，杂质元素总量 $\leq 100\text{ppm}$ (百万分比浓度)，晶粒尺寸 $\leq 80$  微米，二次相均匀分布，透磁率不均匀性 $\leq 5\%$ ，靶材最大尺寸 $\geq 200$  毫米；超高纯铜旋转靶纯度 $\geq 4N$ ，氧含量 $\leq 5\text{ppm}$ (百万分比浓度)，靶材晶粒尺寸 $\leq 150$  微米，靶材长度 $\geq 2.5$  米、尺寸精度为 $\pm 0.1$  毫米；形成贵金属靶材、铁磁性靶材和高纯铜旋转靶材的规模化生产能力。

## 4.3 大尺寸高纯稀有金属材料制备技术

研究内容：探索高端装备用高纯稀有金属材料制备加工过程的微观组织演化规律与综合性能的控制机理，突破大规格高纯稀有金属材料的高温高压烧结、高精度变形加工、超高纯硅单晶制品的精密制备技术等，开发大尺寸精深加工发

热体/热屏、坩埚等工业化产品，实现高端装备用发热体/热屏和坩埚等的 1-2 代升级。

考核指标：钨坩埚/钨管尺寸外直径  $\Phi_{外} \geq 1000$  毫米，高度  $\geq 1200$  毫米，密度  $\geq 18.5$  克/厘米<sup>3</sup>，晶粒度  $\leq 50$  微米；钨、钼板宽度  $\geq 800$  毫米，钼板坯单重  $\geq 800$  千克，钼板最薄厚度 0.1 毫米，大型高温炉热场温度均匀性  $\pm 2^\circ\text{C}$ ；铼板纯度  $\geq 6\text{N}$ ，宽度  $\geq 600$  毫米；钨及钨合金靶材纯度  $\geq 5\text{N}$ ， $\text{Na}+\text{K}+\text{Li} \leq 1\text{ppm}$ (百万分比浓度)，相对密度  $\geq 99.5\%$ ，平均晶粒尺寸  $\leq 20$  微米；超纯硅单晶环和多孔电极纯度  $\geq 11\text{N}$ ，最大尺寸  $\geq 300$  毫米，多元 Si 合金靶纯度  $\geq 4\text{N}$ ，致密度  $\geq 90\%$ ，成分波动  $\leq \pm 5\%$ ；形成年产高端装备用大尺寸精加工高纯稀有金属制品 1500 吨/年的工业化规模生产能力。

#### 4.4 稀贵金属焊接/装联导电材料制备技术

研究内容：探索稀贵金属合金粉末应用及焊接与装联过程中异质界面反应机理、复杂耦合条件下焊点失效机制及微观组织/结构/形态对界面反应的影响。突破粉体颗粒形貌、氧含量、粒度及分布、表层钝化等精确控制关键技术；开发新型超细、窄粒度锡基等稀有金属和贵金属合金钎料粉末、配套环保型助焊剂及相关制备工艺与装备。

考核指标：系列钎料熔化温度  $100-1200^\circ\text{C}$ ，焊接/装联强度  $35-300\text{MPa}$ ，电阻率  $< 40$  微欧姆·厘米，热导率  $> 21$  焦耳/米·秒·开；锡基合金焊粉粒度及分布  $20-38$  微米、 $15-25$  微米、



15-5 微米、2-11 微米，贵金属粉径 < 74 微米，超限比例 < 5%，C、O 含量均 < 300ppm(百万分比浓度)，球形度长短轴比 < 1.2，制粉一次收得率 > 90%；丝材直径 0.01-0.03 毫米，带材厚度 0.01-0.05 毫米，箔材厚度 0.005-0.008 毫米；膏体连续使用 48 小时保持流动性、存储 6 月粘度变化 ≤ 30 帕·秒；形成锡基和贵金属粉末 2000 吨/年的生产能力，新增产值 8 亿元。

## 5. 高品质粉末冶金难熔金属材料及硬质合金

### 5.1 超细 3D 打印有色/难熔金属球形粉末制备技术

研究内容：探索高效制粉新技术，研究熔体分散机制、熔滴凝固及球化过程、共性关键参数对粉末物化特性的影响，研究用于 3D 打印用高品质球形粉末的低成本雾化制备技术，开发应用于航空航天、精密模具、医疗等领域的超细球形粉末，形成具有自主知识产权的工业化制备技术与装备。

考核指标：开发出适用于 3D 打印的高品质钛基、镍基合金球形粉末，粒度 ≤ 53 微米的细粉收得率钛基合金 ≥ 40%、镍基合金 ≥ 70%，其钛基合金平均粒径  $D_{50} \leq 45$  微米、镍基合金平均粒径  $D_{50} \leq 35$  微米，粉末球形度 ≥ 90%，无卫星球，松装密度 ≥ 50%，流动性 ≤ 30 秒/50 克，钛合金、镍合金粉末氧含量分别 ≤ 1000ppm(百万分比浓度)、≤ 200ppm(百万分比浓度)；实现钨钼等 3D 打印适应性研究的难熔金属粉末样品批量制备，形成技术原型；建立具有自主知识产权的 3D 打印用高

品质球形金属粉末的低成本雾化制备技术，生产制备过程实现智能化控制，形成 1000 吨/年的工业化规模生产能力。

## 5.2 高性能新型结构硬质合金制备技术

研究内容：研究硬质合金及金属陶瓷组织强韧化机理；针对先进加工、高硬度钢材和复合材料等的加工要求，开展超细晶硬质合金材料及带涂层刀具工具等制备技术研究；针对高负载、高效率掘进复杂工况，开展高韧性超粗晶粒和梯度成分硬质合金材料及工具的制备技术研究；与现有产品相比，新型超细晶/超粗晶/梯度成分硬质合金的综合性能提升 20%以上、高端涂层刀具工具综合性能提升 50%以上；形成高性能硬质合金和超纯超细均质原料制备产业化示范线。

考核指标：超纯超细硬质合金原材料粉体：碳化钨原料 BET(比表面积法) $>3.5$  平方米/克，氧含量 $<0.4\%$ ；超细晶硬质合金平均截线晶粒度  $d_m \leq 0.2$  微米，抗弯强度 $\geq 4900$  MPa，洛氏硬度 HRA $\geq 94$ ；超粗晶硬质合金平均截线晶粒度  $d_m \geq 6.0$  微米，抗弯强度  $\geq 3000$ MPa，断裂韧度  $K_{IC} \geq 22$  MPa·m<sup>1/2</sup>；梯度成分硬质合金抗弯强度  $\geq 3200$  MPa，冲击韧性  $a_k \geq 6$  焦耳/平方厘米；与现有产品相比，新型超粗晶硬质合金、梯度成分硬质合金综合性能提升 20%以上，高端带涂层硬质合金刀具/工模具综合性能和使用寿命提升 50%以上；形成 2 条以上高性能硬质合金及高端涂层刀具工具制造和超纯超细粉末

原料制造产业化示范线，超纯超细均质硬质合金及难熔金属粉末原材料自给率达到 90%以上；新增产值 8-10 亿元。

### 5.3 大规格高性能难熔金属制品制备技术

研究内容：探索难熔金属耐高温/耐冲击/耐磨损第二相设计理论及大规格难熔金属材料致密化、均质化及形变机理；研究大尺寸难熔金属成形、烧结及变形过程中关键工艺技术和大型复杂构件制品近终成形与强化烧结技术，开发高端装备用高性能大规格钨基高比重合金、钼及钼合金的工业化制造技术。

考核指标：大规格高均质高比重合金直径 $\geq 850$  毫米，高度 $\geq 800$  毫米，抗拉强度 $\geq 900\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 15\%$ ，疲劳强度 $\pm 200\text{MPa}$ ， $\geq 100$  万次，冲击韧性 $\geq 60$  焦耳/平方厘米；钼棒最大直径 200 毫米，抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 10\%$ ；钼钛锆合金最大直径 150 毫米，抗拉强度 $\geq 600\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 10\%$ ，氧含量 $< 100\text{ppm}$ (百万分比浓度)；钼合金板尺寸  $L \times 1500 \times (0.6-6)$  毫米，抗拉强度 $\geq 1000\text{MPa}$ ，延伸率 $\geq 10\%$ ；近终形钨、钼零件相对密度 $\geq 99\%$ ，尺寸精度 $\pm 0.3\%$ ；钼辊轮相对密度 $\geq 99\%$ ，平均晶粒度 $\leq 30$  微米，抗拉强度 $\geq 500\text{MPa}$ ；形成年产高性能大规格难熔金属材料 3000 吨/年的工业化生产能力。

## 6.有色/稀有/稀贵金属先进制备加工技术

### 6.1 新型复合涂层/易反偏析合金快速凝固成形制备技术

研究内容：探索新型多组元合金粉末、复合涂层和易反偏析有色金属坯锭制备过程中的非平衡凝固/复合凝固机理及控制技术；针对高温耐熔融金属腐蚀部件/重载液压支架/固体氧化物燃料电池/燃机热端部件等应用需求，开展新型复合涂层设计和制备过程模拟、合金粉末非平衡凝固制备及涂层快速制备工艺；开发新一代海洋工程和航空航天高功率电子元器件精密接插端子用高抗应力松弛、高耐蚀铜合金高精度带材工业化制造成套技术；开展复杂极端环境下服役性能评价技术研究及工程化应用技术开发。

考核指标：新型金属/陶瓷复合涂层：结合强度 $\geq 70\text{MPa}$ ， $630^\circ\text{C}$ 耐熔融金属腐蚀寿命提高 2 倍以上；快速凝固多组元合金粉末平均粒度  $D_{50}$  80~95 微米，氧含量 $\leq 200\text{ppm}$ (百万分比浓度)，成品率 $\geq 60\%$ ，涂层洛氏硬度  $\text{HRC}\geq 53$ ，耐中性盐雾腐蚀实验 $\geq 500$  小时；等离子体物理气相沉积面积 $\geq 0.5$  平方米，沉积速率较传统气相沉积工艺提高 2 倍以上，涂层导热系数 $\leq 1$  瓦/米·开；固体氧化物燃料电池涂层 10 微米 $\leq 10^{-7}$  (厘米/克·秒)，导电率 $\geq$ 块体 80%， $700^\circ\text{C}$ 输出功率 $\geq 1.8$  瓦/平方厘米。形成新型涂层材料 300 吨/年、复合涂层加工 10000 平方米/年的工业化规模生产能力。超高强高弹铜合金带材规定弹性极限  $\sigma_{0.005}\geq 950\text{MPa}$ 、弹性模量 $\geq 135\times 10^3\text{MPa}$ 、导电率 $\geq$

8% IACS(国际退火铜标准)、100℃/100 小时应力松弛 $\leq 2\%$ ，室温 3.5%Cl<sup>-</sup>+0.5%S<sup>2-</sup>条件下的腐蚀速率 $\leq 0.015$  毫米/年,厚度公差 $\pm 2.5\%$ 、粗糙度 $\leq 0.10$  微米，带材最小厚度 $\leq 0.05$  毫米，形成 1 万吨/年的工业化规模生产能力。

## 6.2 高精度钛/锆合金挤压型材制备技术

研究内容：探索以钛/锆合金等为代表的高熔点高活性金属挤压加工过程的显微组织演化规律与产品综合性能协同调控机理；自主开发挤压型材的坯料加热防护、工艺润滑、工模具设计制造、成品高精度矫直及表面处理成套工艺技术；实现钛合金精密复杂挤压型材的示范应用。

考核指标：中强级别钛合金型材的室温力学性能抗拉强度  $R_m \geq 900\text{MPa}$ ，断后伸长率  $A \geq 10\%$ ，400℃高温力学性能抗拉强度  $R_m \geq 580\text{MPa}$ ，断后伸长率  $A \geq 12\%$ ；高强级别型材成品室温力学性能抗拉强度  $R_m \geq 1150\text{MPa}$ ，断后伸长率  $A \geq 10\%$ ；以 T 形、L 形、U 形、Z 形为典型代表的钛合金型材截面积范围 90-3000 平方毫米，壁厚范围 1.6-16 毫米，成品单支长度 $\geq 4$  米，成品型材平直度 $\leq 1.5$  毫米/米，纵向扭转角 $\leq 2^\circ$ /米；厚度 $> 4.5$  毫米厚壁型材的表面粗糙度  $R_z \leq 80$  微米，截面积约 2000 平方毫米型材典型结构件综合性能与进口型材相当，实现工程化试用；厚度 $\leq 4.5$  毫米薄壁型材的表面粗糙度  $R_z \leq 25$  微米，截面积约 200 平方毫米型材实现典型

应用；形成年产 1 万支钛型材工业化规模生产能力和铝合金型材挤压加工的工业化技术原型。

### 6.3 铝合金复杂结构件先进精密成形技术

研究内容：探索高性能铝合金复杂温度场、应力场耦合作用下变形机理、复合表面处理延寿机理、宏/微观组织演变规律与性能的调控机制及全过程多通道的高精度仿真分析技术，开发航空航天用大型复杂整体壁板蠕变时效成形、复杂异型构件内高压精密成形、配套的模具补偿设计与制造技术、零部件的复合表面处理技术和高端铝合金 3D 打印成型制造验证。

考核指标：铝合金整体壁板蠕变时效成形后，抗拉强度  $R_m \geq 425\text{MPa}$ ，条件屈服强度  $R_{p0.2} \geq 350\text{MPa}$ ，断后伸长率  $A \geq 7\%$ ，剥落腐蚀性能不超过 EB 级（exfoliation B，共分 A、B、C、D 四级，）（剥落第二级,轻度），零件长度  $\geq 4$  米，成形后贴模间隙  $\leq 0.5$  毫米；大型曲面构件抗拉强度  $R_m \geq 420\text{MPa}$ ，条件屈服强度  $R_{p0.2} \geq 300\text{MPa}$ ，断后伸长率  $A \geq 7\%$ ，构件直径  $\geq 3$  米，壁厚  $\geq 6$  毫米，减薄率  $\leq 5\%$ ，成形后贴模间隙  $\leq 0.5$  毫米；构件成形后的残余应力  $\leq 0.2$  屈服强度；复合表面处理，抗盐雾腐蚀性能  $\geq 14$  天，与处理前相比，疲劳性能提高 1 倍以上；通过 3 种以上铝合金的 3D 打印成型工艺适应性验证；形成整体蠕变时效成形壁板和内高压成形件的工业化规模生产能力。

## 6.4 基于工业大数据的铝/铜板带材智能化工艺控制技术

研究内容：通过在线实测采集、数值模拟仿真等方法，实现铝/铜板带材全流程制备加工的工业大数据获取、迭代和积累，建立工艺参数-产品综合性能-质量稳定性的大数据平台；基于工业大数据，开展铝/铜板带材生产全流程工艺参数的深度优化；建立适应大规模定制、多工序协同的铝/铜板带材生产智能化工艺模型库。

考核指标：建立铝/铜板带材生产全流程工艺大数据平台及智能化工艺模型库，实现数据采集、数据传输、数据处理的标准化；选取 2500 毫米以上幅宽、热处理强化型高端铝合金薄板带材制备加工流程为典型对象，开展轧制过程的智能化控制试点，综合生产效率提高 20%以上、劳动生产率从当前的 50-80 吨/人年提高至 100-150 吨/人年，铝合金卷材的综合制造成本下降 15%以上；在 2-3 家铝/铜板带材大型加工企业获得示范应用。

## 7.清洁油品生产关键技术

### 7.1 适应国六清洁汽油生产关键技术

研究内容：建立汽油单体烃分析方法；研发配方原油技术。研发固体酸烷基化成套技术；研发催化汽油选择-溶剂抽提加氢组合技术、催化裂化降低汽油烯烃并提高辛烷值成套技术；研发劣质催柴经加氢-催化组合或加氢裂化生产高辛烷值汽油技术；研发清洁油品生产碱液深度氧化再生成套工业

化技术；研发国六汽油基础调合组分，进行汽油组成与排放关系研究。

考核指标：汽油表征方法单体烃识别率 > 95%；完成配方原油成套技术开发。完成固体酸烷基化工业侧线试验，产品汽油 RON $\geq$ 95；催化汽油选择性加氢-溶剂抽提组合技术完成工试，原料硫 $\geq$ 500 微克/克，烯烃 $\geq$ 27%汽油，产品硫 10 微克/克，辛烷值损失 $\leq$ 1.4。催化裂化降低汽油烯烃并提高辛烷值成套技术完成工试，催化裂化产品汽油烯烃 < 20vol%（体积百分数），RON 增加 0.5，产品汽油经临氢吸附脱硫后，硫 < 10 微克/克，烯烃 < 18%、RON 损失减少 20%。劣质催柴加氢-催化组合技术、催柴加氢裂化技术分别完成工试，产品汽油 RON > 92。建成 300 万吨级以上炼厂炼油装置相配套的碱液氧化再生工业装置，氧化再生效率 > 95%、碱渣近零排放。完成国六阶段车用汽油标准制订。申请专利 20 件以上，完成制订国标或企标 2 件，测试方法标准 2 项。工业示范 4 项。

## 7.2 适应国六清洁柴油生产关键技术

研究内容：研究柴油加氢超深度脱硫机理，设计更优活性相结构，研发高稳定性柴油超深度加氢脱硫催化剂及催化剂复合级配技术；研发液相循环加氢与滴流床加氢组合技术；研发单段双区柴油超深度脱硫脱色加氢技术。开展柴油



组成、性质对燃烧特性、整车或发动机排放的影响研究，建立相应评价方法。

考核指标：完成百万吨/年液相循环加氢与滴流床加氢组合技术生产国六柴油工试，能耗降低15%；完成高活性稳定性柴油超深度加氢脱硫催化剂及催化剂复合级配技术研发，相关技术分别完成生产国六柴油的工试，催化剂稳定性提高30%以上。完成单段双区柴油深度加氢技术生产国六柴油工试，多环芳烃、色度等指标优于国六标准。完成制订国六阶段车用柴油标准。申请专利10件以上，完成制订产品标准2项，测试方法标准2项。工业示范4项。

### 7.3 高性能石油基润滑油关键技术

研究内容：研发以石油基蜡油或FT合成油为原料生产API III类及API III+基础油的加氢成套技术。研究乙烯齐聚制备线性长碳链 $\alpha$ -烯烃技术；研究以 $\alpha$ -烯烃或F-T烯烃为原料，制备PAO合成油成套技术。研发GF-5汽油机油以及GF-6汽油机油，建立GF-6汽油机油的相关评价台架。研制可满足EGR系统柴油发动机润滑要求的CI-4柴油机油。

考核指标：完成新型石油基蜡油加氢催化剂工业制备技术研发并进行工试，新催化剂润滑油主产品收率提高2%-4%；在十万吨级装置上完成基础油全氢型技术工试，产品API III类基础油粘度指数 $\geq 122$ ，API III+类基础油粘度指数 $\geq 130$ 。完成乙烯齐聚制备 $\alpha$ -烯烃技术研发及500吨级/年中试

试验，产物中丁烯-1比例小于13%， $C_8$ 、 $C_{10}$ 、 $C_{12}$ 收率之和大于35%， $\alpha$ -烯烃选择性大于92%；完成 $\alpha$ -烯烃制备PAO技术研发，产品倾点 $<-60^{\circ}\text{C}$ ，粘度指数 $>130$ ，建立1套万吨级PAO工业示范装置。GF-5汽油机油和GF-6汽油机油分别满足API质量要求。CI-4柴油机油满足API柴油机油质量要求。申请专利15件以上，制订产品标准3项，测试方法标准2项。建成工业示范装置2套。

#### 7.4 高性能植物基润滑油关键技术

研究内容：研发具有较好的氧化安定性、低温流动性、水解安定性的生物基础油；进行植物基础油GF-5汽油机油配方研究，并进行油品清净性、分散性、抗氧化性、抗磨、减摩性能评定及台架试验，其配方实现产业化并完成工业应用。研发植物基础油制备液压油专用添加剂及配方，完成油品极压性、抗磨性、抗腐蚀性、橡胶相容性等性能评价及台架试验。

考核指标：植物基润滑油基础油倾点 $<-20^{\circ}\text{C}$ ，运动黏度2-10平方毫米/秒，黏度指数 $>122$ 。植物基GF-5高档汽油机油满足API指标要求。研发植物基础油液压油，满足API指标要求。建立1套千吨级植物润滑油示范装置，实现市场占有率40%以上。申请发明专利5件以上，制订国家或行业标准3项，建成工业示范装置1套。

## 8.合成橡胶高性能化关键技术

### 8.1 新型生物基橡胶材料制备技术

研究内容：研究蒲公英橡胶、杜仲胶高效低成本提取技术，开发其在轮胎、输送带和矿山机械弹性元件中的加工应用技术；研究生物基衣康酸酯橡胶、生物基共聚酯橡胶的制备技术，开发其在轮胎及耐油密封件等中的应用技术。

考核指标：蒲公英橡胶草提胶量 $\geq 8\text{kg}/100\text{kg}$ 原料(干重)，橡胶纯度 $\geq 95\%$ ，建成百吨级示范生产线，蒲公英橡胶试制的冬季轿车轮胎(205/55 R16)达到国家标准(GB/T2978-2014)要求，高性能复合硫化胶应用于选矿机械内衬，可连续工作半年以上；杜仲提胶量 $\geq 8\text{kg}/100\text{kg}$ 原料(干重)，橡胶纯度 $\geq 96\%$ ，建成千吨级示范生产线，杜仲胶试制全钢载重子午线轮胎(12R22.5)和长寿命高抗撕输送带达到国家标准(GB/T2977-2008, GB/T9770-2013)要求；生物基衣康酸酯橡胶分子量 $M_n \geq 20$ 万， $M_w/M_n = 2.5-3.5$ ，建成千吨级示范生产线，试制的轿车轮胎(225/40 R18)滚动阻力达到欧盟标签法B级；生物基共聚酯橡胶分子量 $M_n \geq 8$ 万， $M_w/M_n = 1.5-2.6$ ，建成千吨级示范生产线，可在 $-40^\circ\text{C}$ 以下燃油介质密封件及聚乳酸增韧中应用；申请发明专利15件以上，制订标准和规范5项。

### 8.2 新型功能性复合弹性体制备技术

研究内容：研究大形变高电阻稳定性的碳纳米管导电弹性体材料的制备技术及应用示范；研究高性能有机硅橡胶复

合弹性体的制备技术，开发其在高耐老化可调色轮胎中的应用技术；研究高体感相容性的有机硅热塑性硫化胶（TPV）制备技术并实现产业化应用示范。

考核指标：导电弹性体材料：体积电导率达到100西门子/米，在1000%应变范围内电导率变化率 $\leq 10\%$ ，800%应变往复拉伸1万次，电导率变化率 $\leq 10\%$ ，试制器件2-3种；高性能硅橡胶复合弹性体：拉伸强度 $\geq 12\text{MPa}$ ，阿克隆磨耗 $\leq 0.15$ 立方厘米/1.61千米，建成千吨级产业化示范线，试制高耐老化可调色轿车轮胎，台架考核及老化性能达到国家标准(GB/T2978-2014)要求；高体感相容性的有机硅热塑性硫化胶（TPV）：邵A硬度50-80，拉伸强度5-15 MPa，表观剪切粘度（ $200^\circ\text{C}$ ， $1000\text{s}^{-1}$ ） $\leq 300\text{Pa}\cdot\text{s}$ ，建成千吨级产业化生产线并形成应用示范；申请发明专利15件以上，制订标准和规范5项。

### 8.3 高性能合成橡胶产业化关键技术

研究内容：开发工业化溶聚丁苯橡胶链中官能化技术；开发丁基/溴化丁基橡胶分子量分布可控和分子链星型支化技术；开发高活性高顺式稀土顺丁橡胶定向催化技术；开发以上三种高性能合成橡胶先进工程化技术，开发其在轮胎等橡胶制品中的加工应用技术。

考核指标：分别在现有3万吨/年以上规模工业装置实现高性能溶聚丁苯橡胶、稀土顺丁橡胶和丁基/溴化丁基橡胶的生产示范；溶聚丁苯橡胶1,2-结构含量 $\geq 55\%$ ，链中官能度在

3-10 范围内可调控,分子量分布  $M_w/M_n \leq 1.6$ , 工业生产装置能耗  $\leq 380$  公斤标油/吨胶; 新型双峰分子量分布的星型支化丁基橡胶重均分子量  $M_w \geq 100$  万、分子量分布  $M_w/M_n \geq 3.5$ 、 $M_z/M_w \geq 2.0$ , 聚合反应单体浓度  $\geq 36\%$ , 单体转化率  $\geq 90\%$ ; 溴化丁基橡胶工业装置溴利用率  $\geq 90\%$ , 能耗  $\leq 1800$  公斤标油/吨胶; 稀土顺丁橡胶催化剂用量  $\leq 110$  克钨/吨胶, 顺式含量  $\geq 96\%$ , 分子量分布  $M_w/M_n \leq 2.3$ , 支化系数  $\geq 2.0$ ; 高性能合成橡胶制备的 225/55R16 规格乘用车轮胎达到欧盟标签法双 B 级别; 丁基橡胶硫化胶囊使用寿命  $\geq 600$  次; 申请发明专利 20 件以上, 制订标准和规范 5 项。

## 9.绿色高性能精细化学品关键技术

### 9.1 高效农药与中间体绿色制备技术

研究内容: 研究高效农药与中间体制备过程中氧化反应定向/择向控制机制与规律; 突破芳甲基空气氧化、氨氧化、不对称氧化羟基化、烯丙醇衍生物不对称合成等催化与过程强化新技术; 开发高效低毒低残留农药甲基磺草酮、二氯喹啉酸绿色制备关键装备及工业化成套集成技术, 开发形成手性酮类中间体(S)-羟基茛酮酸甲酯、酰胺类中间体2,6-二氟苯甲酰胺以及候选创制品种环己磺菌胺、氯溴虫腈绿色制备关键装备及新工艺。

考核指标: 建成基于芳甲基空气氧化的 1000 吨/年甲基磺草酮、1000 吨/年二氯喹啉酸的生产装置各 1 套, 建成 100/

年催化剂生产装置，催化氧化选择性 $\geq 90\%$ ，底物/催化剂(S/C) $\geq 10^4$ ，产品收率 $\geq 80\%$ ，甲基磺草酮含量 $\geq 98\%$ ，二氯喹啉酸产品含量 $\geq 98\%$ ；建成 500 吨/年的不对称氧化制备(S)-羟基茛酮酸甲酯的示范生产线，不对称氧化羟基化反应对映体过量值(ee 值) $\geq 95\%$ ，反应转化率 $\geq 99\%$ ，反应总收率 $\geq 90\%$ ；建成基于固定床反应器的 1000 吨/年 2,6-二氟苯甲酰胺生产示范装置，催化剂的寿命 $\geq 2$  年，氨氧化收率 $\geq 90\%$ ，二氟苯甲酰胺选择性酰胺 $\geq 95\%$ ，产品含量 $\geq 98\%$ ；建成 100 吨/年环己磺菌胺中试生产装置，产品含量 $\geq 95\%$ ，产品收率 $\geq 65\%$ ；建成 100 吨/年氯溴虫腈中试生产装置，产品含量 $\geq 98\%$ ，产品收率 $\geq 80\%$ (以对氯苯基甘氨酸计)；申请发明专利 15 件以上。

## 9.2 环保涂料用酯类单体与绿色溶剂高效制备技术

研究内容：研发低负载量贵金属、介孔分子筛、离子液体等新型环境友好型酯化催化剂制备技术及其作用机制，开发形成季磷盐离子液体催化酯化、高分子微球固载杂多酸催化酯化、低负载羰基化催化合成绿色新工艺，研发温和条件下催化蒸馏技术、反应-膜分离耦合技术与系统集成技术，形成丙烯酸叔丁酯、丙二醇单甲醚醋酸酯、叔碳酸酯、草酸二乙酯、草酸甲酯等环保涂料用高性能酯类单体与溶剂的绿色制造技术。

考核指标：建成万吨级介孔分子筛催化制备丙烯酸叔丁酯工业示范装置，丙烯酸单程转化率 $\geq 95\%$ ，选择性 $\geq 95\%$ ，建成100吨/年催化剂生产装置，介孔分子筛催化剂寿命 $\geq 4000$ 小时，工艺废水近零排放；完成万吨级离子液体催化制备丙二醇单甲醚醋酸酯工业示范，丙二醇单甲醚单程转化率 $\geq 90\%$ ，选择性 $\geq 97\%$ ，离子液体催化剂循环使用100次以上；建成百吨级叔碳酸酯系列单体生产装置，生产的单体含量 $\geq 99.9\%$ ；建成千吨级合成气制草酸二乙酯中试生产装置、10万吨/年合成气制草酸甲酯工业示范装置，催化剂贵金属负载量 $\leq 0.6\%$ （重量百分比），建成100吨/年催化剂生产装置，草酸酯（草酸二乙酯、草酸甲酯）时空收率 $\geq 450$ 克/升·小时，催化剂寿命 $\geq 4000$ 小时，单位产品的吨水耗和 $\text{CO}_2$ 排放分别降低20%以上；申请发明专利10件以上。

### 9.3 典型染料及有机颜料连续化生产近零排放技术

研究内容：研究在连续反应条件下重氮组分结构与重氮盐稳定机理，偶合组分和偶合反应控制机制；突破硝基芳磺酸连续加氢、重氮化反应和偶合反应连续化关键技术，设计开发连续化生产装备；建立反应-分离-回用的完整技术体系，形成典型活性染料、分散染料和有机颜料近零排放高效连续化制备新技术。

考核指标：建成千吨级的间氨基苯磺酸、活性黄M-5G等活性染料、分散红167等分散染料、颜料黄14等偶氮型有

机颜料连续化生产近零排放示范装置4套以上，间氨基苯磺酸连续化生产实现底物/催化剂（S/C） $\geq 10^4$ 、吨产品贵金属消耗量 $\leq 4$ 克，活性黄M-5G等活性染料产品强度和最终固色率比间歇式生产分别提高5%-10%，分散红167等分散染料收率比间歇式生产提高5%以上，研磨时间缩短20%以上，形成粉体或浓度 $\geq 35\%$ 的色浆，颜料黄14等有机颜料收率和着色力分别比间歇式生产提高5%以上；示范装置减排废水90%以上；申请发明专利15件以上。

#### 9.4 高附加值精细化学品电化学制备技术

研究内容：研究化工中间体、医药中间体等高附加值精细化学品电化学制备中氧化或还原过程的化学键选择性生成、断裂的机制规律；研制具有较高析氢（氧）过电位、结构可控、高催化活性的电极材料；设计开发低能耗、高时空产率的电化学合成反应器、高效分离装备；开发形成乙酰基吡嗪、 $\alpha$ -羟基酮、N-乙酰-L-半胱氨酸、高半胱氨酸硫内酯盐酸盐和五氟化磷等电化学制备技术及清洁生产工艺。

考核指标：建成50吨/年乙酰基吡嗪电化学生产装置，废物排放量减少50%，产品总收率 $\geq 45\%$ ；建成50吨/年 $\alpha$ -羟基酮电催化氧化生产装置，废物排放量减少50%，产品总收率 $\geq 75\%$ ；建成30吨/年N,N-二乙酰-L-胱氨酸电化学还原制备N-乙酰-L-半胱氨酸（NAC）示范装置，NAC电化学产率 $\geq 85\%$ ，总收率 $\geq 45\%$ ；建成50吨/年DL-高半胱氨酸硫内酯盐酸盐的清



洁生产示范线，产品总收率 $\geq 85\%$ ；建成500吨/年五氟化磷装置；申请发明专利10件以上。

## 10.特种高端化工新材料

### 10.1 特种高性能工程塑料产业化技术

研究内容：开展新型共聚芳醚、长碳链及半芳香聚酰胺、热致型液晶聚合物（TLCP）的加工成型特性与其结构调控机理研究；开发高性能聚酰亚胺（PI）纤维聚合和纺丝技术；开发新型共聚芳醚和PI纤维制备过程溶剂回收技术；开发以上五种特种高性能工程塑料工程化技术和加工应用技术。

考核指标：建成年产百吨级高性能PI纤维和共聚芳醚示范线，建成年产千吨级长碳链聚酰胺1313和半芳香聚酰胺13T树脂合成装置，建成5000吨/年长碳链聚酰胺专用料生产线，建成千吨级TLCP树脂及专用料生产线。PI纤维拉伸强度达到3.8GPa，拉伸模量 $\geq 140$ GPa；杂环共聚芳醚的玻璃化转变温度 $\geq 240^\circ\text{C}$ ，且室温可溶于N-甲基吡咯烷酮；共聚聚醚醚酮拉伸强度 $\geq 96$ MPa，拉伸模量 $\geq 3.6$ GPa；共聚聚醚醚腈玻璃化转变温度 $\geq 250^\circ\text{C}$ ；聚酰胺1313拉伸强度 $\geq 40$ MPa，缺口冲击强度 $\geq 4.5$ kJ/m<sup>2</sup>；聚酰胺13T拉伸强度 $\geq 70$ MPa，缺口冲击强度大于等于4.5kJ/m<sup>2</sup>；输油管用长碳链聚酰胺专用树脂拉伸强度 $\geq 30$ MPa，冲击强度 $\geq 70$ MPa；透明共聚长碳链聚酰胺树脂玻璃化转变温度 $\geq 130^\circ\text{C}$ ，透明度 $\geq 90\%$ ；TLCP树脂热变形

温度 $\geq 300^{\circ}\text{C}$ ，L值 $\geq 86$ ，b值 $\leq 10$ 。申请发明专利20件，制订标准和技术规范5项。

### 10.2 新型氟硅材料制备关键技术

研究内容：突破液态特种笼型倍半硅氧烷（POSS）偶联剂、液态甲基丙烯酸酯官能化POSS、液态环氧基官能化POSS的三维Si-O-Si笼型结构精确控制技术，开发POSS聚合物的规模化制备技术；突破全氟烯醚功能单体的合成新技术，形成含全氟烯醚、全氟聚醚高性能含氟聚合物规模化生产示范。

考核指标：POSS偶联剂纯度 $\geq 99\%$ ，其固化改性的有机硅树脂热分解温度 $\geq 550^{\circ}\text{C}$ ；甲基丙烯酸酯官能化POSS，纯度 $\geq 95\%$ ，与丙烯酸酯类共聚，其树脂玻璃化转变温度（ $T_g$ ） $\geq 125^{\circ}\text{C}$ ；环氧基官能化POSS纯度 $\geq 95\%$ ，其自固化树脂的介电常数 $\leq 3.0$ （1MHz）；分别建成单釜300升POSS专用反应装置和POSS环氧树脂反应装置。形成50吨全氟烯醚生产示范装置，全氟烯醚纯度 $\geq 99\%$ ；含全氟烯醚无定形树脂50吨/年，树脂玻璃化转变温度（ $T_g$ ） $\geq 160^{\circ}\text{C}$ 、折光率1.25-1.35、光学透明度 $\geq 95\%$ 。可溶性PTFE的全氟正丙基乙烯基醚（PPVE）含量 $\geq 99\%$ ，改性PTFE熔点： $300-310^{\circ}\text{C}$ 。

### 10.3 微电子加工用高端超纯化学品

研究内容：突破微电子产品加工用高端化学品梯度洗脱与超滤串联的超纯化处理关键技术；创新超纯产品制造装备，控制制备过程的杂质引入，实现最终产品的超纯化。开

展纳米颜料在低粘度体系的分散性、稳定性研究，实现微电子用纳米颜料批量国产化；研究微电子加工用高端化学品的化学结构、微量杂质与产品性能的关系，深入研究树脂结构与耐热性、解析度和粘附力的关系，光引发剂结构与组合与感光度、感光范围及设备适应性的关系，色浆制备技术与阻抗、稳定性、解析度和粘附力的关系，实现从原材料至最终产品的配套。

考核指标：建成微电子用百吨级光引发剂生产线一条，感度 7 段以上；建成千吨级可弱碱显影树脂生产线两条，解析度达 5 微米，线幅偏差 0.5 微米；梯度洗脱与超滤串联超纯处理示范线一条，处理后产品杂质含量低于 ppm 至 ppb 级；建成百吨级超高纯度（7N）三甲基铝生产线一条，微电子用纳米碳浆、彩色光阻用纳米颜料分散研磨生产线两条，色浆稳定性达 6 个月；最终配方产品黑色矩阵、彩色光阻千吨级工业化示范线四条，曝光量低于 100 毫焦、光透射密度 4.2/微米以下；产品国产化原料使用率高于 80%，产品综合性能达到或超过国外同类产品的水平。

## 11. 基于造纸过程的纤维原料高效利用技术及纸基复合材料

### 11.1 基于造纸过程的纤维原料高效利用技术

研究内容：研究基于制浆造纸过程纤维原料各组分清洁分离和改性重组利用机理及其环境微观预测评价方法与理

论；研发植物纤维组分的高效提取和各组分高附加值产品的制备及利用技术，微纳米纤维素绿色制造工艺和关键技术，生态型短流程清洁制浆造纸技术；建成植物微纳米纤维素产业化中试示范基地，制浆水解液提取半纤维素制备木糖、木质素基环保胶黏剂产业化示范。

考核指标：纤维素、半纤维素和木质素三大组分利用率 > 95%；低聚木糖中木二糖-木四糖含量 > 50%；木质素基胶黏剂中木质素对苯酚替代率 ≥ 60%；纳米纤维素直径 < 60 纳米，结晶度 > 90%；植物微纳米纤维素产业化中试示范线产能 ≥ 100 公斤/天，制浆水解液提取半纤维素制备木糖产业化示范 ≥ 10000 吨/年，木质素基环保胶黏剂产业化示范 ≥ 10000 吨/年；纤维原料分离过程污染物减少 15%，制浆系统流程较传统典型流程缩短 20% 以上。申请发明专利 20 项以上，制定标准和技术规范 5 项以上。

## 11.2 过滤与分离用纸基材料制备技术

研究内容：研究高排放标准发动机空气、机油和柴油过滤系统用纸基材料优化设计原理，材料在使用过程中分离效率及寿命的失效机理；研发油水、油气分离界面化学及航空、船舶用液压、燃油和燃气分离材料设计及制备技术，空气、机油及柴油过滤材料多层复合技术；开展满足国五国六排放标准先进发动机用高效率、长寿命过滤材料产业化和应用示范。

考核指标：柴油油水分离材料的油水分离初始效率 $\geq 95\%$ ；天然气过滤材料油气分离初始效率 $\geq 95\%$ ；具有自清洁功能的纳米复合过滤材料对 0.4 微米颗粒初始过滤效率 $\geq 95\%$ （H11 级），透气度 $\geq 120$  升/平方米·秒，反吹复原率 $\geq 85\%$ ；满足国五国六排放标准先进发动机用空气过滤材料对 0.4 微米颗粒初始过滤效率 $\geq 70\%$ （F9 级），透气度 $\geq 110$  升/平方米·秒，产业化示范线产能 $\geq 5000$  吨/年。申请发明专利 10 项以上，编制技术标准 4 项以上。

### 11.3 纸基轻质结构减重材料制备技术

研究内容：研究高模高强对位芳纶纤维/聚对苯撑苯并二噁唑（PBO）纤维纸基复合材料结构吸波/透波性能设计原理；研发水力式流浆箱成形技术和高温辊压技术，以PBO纤维和高模高强芳纶纤维为原料的纸基复合材料在轨道交通、航空航天领域的应用技术；开展轨道交通、航空航天用高性能纸基复合材料制备及应用示范。

考核指标：PBO纸基材料热分解温度大于 $550^{\circ}\text{C}$ ，极限氧指数大于 $35\%$ ；轨道交通、航空航天用高性能纸基复合材料产业化示范线产能 $\geq 3000$ 吨/年；40克/平方米定量规格芳纶纸纵向抗张强度 $\geq 3.00$ 千牛/米，纵向断裂伸长率 $\geq 1.5\%$ ；芳纶蜂窝材料达到波音材料标准BMS8-124要求，其中：1.83-48规格蜂窝稳定压缩强度 $\geq 2.48$ 兆帕斯卡。申请发明专利10项以上，编制技术标准4项以上。

#### 11.4 电气及新能源用纸基复合材料制备技术

研究内容：研究原材料结构设计、成形特性与纸页结构的关系，纸页微观结构与绝缘纸电气性能的关联机制；研发原料精制技术、抑制纤维素氧化降解的技术，微细纤维与骨架纤维的均匀共混交织成形技术，表面改性调控吸收性技术，电气及新能源用纸基材料制备技术，柔性碳/碳纸基材料制备技术；开展特高压变压器用绝缘纸产业化示范、超级电容器纸原料处理和成形工程产业化示范。

考核指标：特高压变压器用绝缘纸：介质损耗角正切 $\leq 0.27\%$  ( $\text{tg}\delta$ ,  $100^\circ\text{C}$ )，灰分 $\leq 0.25\%$ ，撕裂度 $\geq 460$ 毫牛；耐温绝缘纸：抗张强度损失率 $\leq 20\%$  ( $150^\circ\text{C}$ , 168小时)，击穿电压 $\geq 8.0$ 千伏/毫米；绝缘纸板：电气强度 $\geq 11$ 千伏/毫米（空气中），电气强度 $\geq 30$ 千伏/毫米（油中）；超级电容器纸：水抽提液电导率 $\leq 20$ 微西门子/厘米，吸水高度 $\geq 24$ 毫米/10分钟， $0.08 \sim 0.1$ 平方毫米铁微粒子 $\leq 5$ 个，高于 $0.1$ 平方毫米铁微粒子为0；碳/碳纸基材料面电阻率 $\leq 6.0$ 毫欧·厘米；特高压变压器用绝缘纸产业化示范 $\geq 5000$ 吨/年，超级电容器纸产业化示范 $\geq 100$ 吨/年。申请发明专利10项以上，编制技术标准4项以上。

#### 11.5 高性能纤维纸基复合材料制备技术

研究内容：研究适于造纸的高模高强有机纤维纸基材料生态型短流程制备和水相悬浮体系堆积因子理论；研发高性能纤维纸基材料界面结构表征技术，纸基材料三维结构设计

和性能调控技术，纤维水相高效分散和湿法互穿网络成形技术，纤维热传递和应力分布控制技术，耐高温聚酰亚胺纤维纸基材料制备技术，纸基摩擦材料摩擦磨损性能调控技术；开展高性能纤维云母绝缘纸产业化示范。

考核指标：纸基摩擦材料：动静摩擦系数比大于0.7时平均动摩擦系数大于0.12；耐高温聚酰亚胺纤维纸：耐热等级达到270℃,撕裂度纵向 $\geq 1000$ 毫牛，极限氧指数大于34%；高性能纤维云母绝缘纸：厚度0.08毫米规格抗张强度纵向 $\geq 25$ 牛/厘米，300℃收缩率纵向 $\leq 0.3\%$ ，击穿电压 $\geq 25$ 千伏/毫米，耐热等级达到220℃，云母绝缘纸产业化示范 $\geq 1000$ 吨/年。申请发明专利10项以上，编制技术标准4项以上。

## 12.生态皮革关键材料及高效制备技术

### 12.1 皮革关键酶制剂及生物技术

研究内容：研究酶对动物皮主要成分的选择性作用及其与皮纤维结构变化、皮革性能的关系，固-液非均相酶催化体系中酶的分子量和等电点等结构性能对其在皮内传质效果的影响，建立皮革酶的性能要求蓝图和酶作用机制；研发对皮主要组分专一性强的蛋白酶、脂肪酶和糖酶等皮革酶的产酶微生物选育、工程菌构建和高效发酵技术，酶对皮结构蛋白作用的调控技术，建立基于多酶协同作用的脱毛、皮纤维分散和脱脂等皮革关键生物技术；实现千吨级酶制剂、十万张以上规模皮革生物技术应用的产业化示范。

考核指标：皮革用蛋白酶活力 $\geq 10,000$ 酶活力单位/克（酪蛋白），酸性、中性蛋白酶的胶原蛋白活力/酪蛋白活力 $\leq 100$ ，碱性蛋白酶的弹性蛋白活力/酪蛋白活力 $\leq 0.3$ ；pH $\geq 9$ 条件下酶脱脂率 $\geq 80\%$ ；糖苷酶能有效水解皮内蛋白多糖；酶成本比国外同类产品低50%。皮革生产中COD、氨氮和SS等主要污染物产生量减少65%以上。申请发明专利20项以上，编制标准和技术规范8项以上。

## 12.2 生态皮革鞣制染整关键材料及技术

研究内容：研究非金属鞣制材料的构效关系及高效非金属鞣制机制，染整材料的分子结构和电荷性与非金属鞣制胶原的匹配性；研发适用性广的皮革/裘皮的非金属鞣剂、与非金属鞣体系匹配的高结合性复鞣剂和加脂剂，生态皮革鞣制-染整工艺，并建立关键材料和皮革产品的生态评价方法；实现千吨级生态皮革鞣制-染整材料、十万张以上生态皮革/裘皮生产技术的产业化示范。

考核指标：鞣剂、复鞣剂和加脂剂中烷基酚聚氧乙烯醚（APEO） $\leq 100$ 毫克/千克，有机溶剂含量 $\leq 2\%$ ；非铬鞣皮革、裘皮等高端生态产品集成技术中，化工材料国产化率达到80%以上；成革收缩温度85 $^{\circ}\text{C}$ 以上，成品中游离甲醛含量 $\leq 20$ 毫克/千克，VOC $\leq 100$ 微克碳/克，总Cr $\leq 50$ 毫克/千克，Cr $^{6+}$  $\leq 3$ 毫克/千克，Al、Zr含量 $\leq 50$ 毫克/千克，耐光性达到4级以上，皮革产品理化性能及生态指标达到欧盟相关标准，不含欧盟



限用物质；鞣剂、复鞣剂和加脂剂3类化工材料示范生产线产能分别达到1000吨/年以上。申请发明专利20项以上，编制标准和技术规范8项以上。

### 12.3 生态皮革/合成革关键涂层材料及高值化涂饰技术

研究内容：研究水基高物性皮革/合成革涂层材料及关键助剂的分子设计、制备方法与构-效关系，阐明涂层高物性与涂饰技术、涂层聚集态结构、助剂的关系及调控机制；研发皮革高物性水性成膜剂和合成革高固含、表面张力可调的高物性水性聚氨酯、丙烯酸树脂成膜剂，配套着色剂、补残剂、交联剂、增稠剂等皮革/合成革涂饰助剂的制备技术，研发皮革表面高值化涂饰技术，连续法合成水性聚氨酯关键技术，合成革无离型纸节约型泡沫涂层和超纤革无水凝固应用关键技术；实现高物性环境友好皮革/合成革涂层材料、生态皮革和合成革涂饰技术的产业化示范。

考核指标：涂层材料和助剂中有机溶剂含量 $\leq 2\%$ ，丙烯酸树脂固含 $\geq 40\%$ ，合成革聚氨酯树脂固含 $\geq 50\%$ 、表面张力40-50 毫牛/米可调；成革涂层性能：耐磨次数 $\geq 5000$ （汽车革），耐低温曲折 $\geq 2$ 万次（ $-15^{\circ}\text{C}$ ），光泽 $\geq 95^{\circ}$ （高光），光泽 $\leq 10^{\circ}$ （消光），剥离强度 $\geq 30$ 牛/3厘米，耐水解（RH95%， $70^{\circ}\text{C}$ ,168h）；游离甲醛 $\leq 20$ 毫克/千克，VOC $\leq 100$ 微克碳/克，丙烯酸树脂成膜剂、连续法水性聚氨酯示范生产线产能分别达到1000吨/年以上，着色剂、补残剂、交联剂等助剂示范生

产线产能达到1000吨/年以上，生态皮革涂饰技术示范生产线产能达到10万张/年以上，生态合成革涂饰技术示范生产线产能达到500万米/年以上。申请发明专利20项以上，编制标准和技术规范8项以上。

### 13.绿色高效表面活性剂的制备技术

#### 13.1 绿色安全型表面活性剂

研究内容：研究表面活性剂分子内同时存在多活性官能团的交互影响，绿色表面活性剂结构与聚集行为及性能的关系；研发提纯、分离关键技术，利用生物质资源如国产非食用油脂、葡萄糖、木糖、氨基酸等为原料，开发烷基木糖苷、油脂基酰基氨基酸盐类、有机硅葡萄糖酰胺、囊泡化脂肪酸盐等新型绿色高效表面活性剂的短流程制备技术，突破高粘体系及热敏性反应体系的工程化技术；开展绿色安全型表面活性剂的产业化示范。

考核指标：开发5种以上绿色高效表面活性剂，产业化示范产能分别 $\geq 1000$ 吨/年，七天生物降解度高于90%，原子利用率大于90%，应用配方毒性 $LD_{50} \geq 2000$ 毫克/千克，木糖转化率 $\geq 99\%$ ，油脂转化率 $\geq 98\%$ ，含氢硅油的接枝率 $\geq 95\%$ 。申请发明专利10项以上，编制标准和技术规范5项以上，其中制定1项以上国际标准。

### 13.2 表面活性剂新型催化剂体系的开发及应用技术

研究内容：研究以构效关系为基础的分子设计基础理论催化体系，乙氧基化、胺化均相催化剂体系、离子液体催化体系，及其催化机理，研究分子设计、结构表征、溶液行为与构效关系；突破催化、漂色等关键技术，开发生态安全性较高的脂肪醇聚氧乙烯醚硫酸钠（AES）及油脂基阴非离子改性产品，及其在工业领域应用过程中的无溶剂化以及过程无凝胶关键技术；开展表面活性剂节水节能等的工业化应用技术及天然油脂改性技术产业化示范。

考核指标：开发 4 种绿色高效表面活性剂，产业化示范产能分别 $\geq 10000$  吨/年，乙氧基化催化剂单耗小于 0.5%，AEO3 游离醇含量低于 10%，窄分布 AES 中十二烷基硫酸钠（K12）含量低于 10%，胶态胺化催化剂单耗小于 100ppm，选择性大于 98%，烷基化催化剂选择性大于 98%，节水型表面活性剂泡沫高度小于 50 毫米，应用配方毒性 $LD_{50} \geq 2000$  毫克/千克。申请发明专利 10 项以上，编制标准和技术规范 5 项以上。

### 13.3 高效高值表面活性剂

研究内容：研究胶体表面及界面行为，分子设计及其构效关系，适用于化妆品、医药、电子行业的表面活性剂结构设计，突破提纯、分离关键技术；研发有耐高矿化度、耐强碱、增稠稳定等特殊功能的新型芳基脂肪酰胺叔胺、有机反

离子型季铵盐、两性咪唑类及酰胺型等新结构的表面活性剂制备技术，高效肽表面活性剂分子理性设计及定向制备技术；开展高值表面活性剂的生产示范。

考核指标：开发5种以上高值高效表面活性剂，产业化示范产能分别 $\geq 1000$ 吨/年，季铵化不使用氯甲烷、溴甲烷、硫酸二甲酯等有害烷基化试剂，产物不含亚硝胺等致癌副产物；季铵化率 $\geq 98.5\%$ ，游离胺小于1%，耐强碱表面活性剂的耐碱度 $\geq 5$ 摩尔氢氧化钠/升，原子利用率 $\geq 90\%$ ；油水界面张力小于 $10^{-3}$ 毫牛/米，七天生物降解度高于90%；高效肽表面活性剂原料蛋白转化率 $\geq 90\%$ ，耐盐度 $\geq 1.7$ 摩尔氯化钠/升，可完全降解。申请发明专利10项以上，编制标准和技术规范5项以上，其中制定1项以上国际标准。

#### 14. 高品质功能纤维及纺织品制备技术

##### 14.1 高品质阻燃纤维及制品关键技术

研究内容：研究阻燃纤维多重结构、形态与阻燃、抗熔滴、抑烟功能的关系及调控机制，纺织品阻燃防护机理与评价体系；研究环境友好专用阻燃剂分子结构设计与制备，阻燃聚酯、聚酰胺、再生纤维素纤维制备关键技术，纤维及织物表面层-层纳米自组装阻燃功能化技术，长效阻燃、阻燃抗熔滴系列化纺织品设计与加工整理技术；开展高品质长效阻燃聚酯、聚酰胺、再生纤维素纤维制备与应用示范。

考核指标：高品质阻燃聚酯、聚酰胺、再生纤维素纤维实现规模化稳定生产，系列化终端产品满足典型应用领域阻燃防护功能要求，实现大规模市场应用。阻燃聚酯：标准样条垂直燃烧UL94 V0级、纤维断裂强度 $\geq 3.5\text{cN/dtex}$ 、织物极限氧指数 $\geq 32\%$ 、离火续燃时间 $\leq 2$ 秒、垂直燃烧损毁长度 $\leq 100$ 毫米，抗熔滴、抑烟性能明显提高；阻燃聚酰胺：标准样条UL94 V0级、纤维断裂强度 $\geq 2.5\text{cN/dtex}$ 、织物极限氧指数 $\geq 28\%$ 、离火续燃时间 $\leq 3$ 秒、垂直燃烧损毁长度 $\leq 100$ 毫米；阻燃再生纤维素纤维干断裂强度 $\geq 2.5\text{cN/dtex}$ 、织物极限氧指数 $\geq 28\%$ 、离火续燃时间 $\leq 5$ 秒、垂直燃烧损毁长度 $\leq 150$ 毫米；长效防护阻燃面料氧指数 $> 28\%$ ，水洗50次阻燃效果无降低。到2020年，阻燃纤维产能达到50万吨；申报发明专利10项，制定标准和技术规范5项。

#### 14.2 高品质热湿舒适纺织品制备关键技术

研究内容：研究热湿舒适功能纤维多重结构、形态设计与功能调控，纺织材料热湿传输规律与协同控制，纺织产品热湿舒适性检测机理与评价体系；研究热湿舒适功能纤维成分设计及制备技术，热湿舒适功能纺织品设计，多组分复合纺纱、复合结构织造、多元纤维一浴染色、吸湿导湿调控功能整理关键技术；开展高品质热湿舒适功能纤维制备与应用示范。

考核指标：高品质热湿舒适功能纤维及其纺织品国产化制备技术取得突破，在知名终端品牌企业批量应用。热湿舒适功能纤维条干CV值 $\leq 1.2\%$ 、断裂强度 $\geq 3.5\text{cN/dtex}$ ；吸湿凉爽面料：芯吸高度 $\geq 180$ 毫米、瞬间接触凉感 $\geq 0.22$ 瓦/平方厘米；吸湿速干面料芯吸高度：毛机织物 $\geq 135$ 毫米、毛针织物 $\geq 160$ 毫米，蒸发速率：毛机织物 $\geq 0.22$ 克/小时、毛针织物 $\geq 0.24$ 克/小时；申报发明专利10项，制定标准和技术规范5项。

### 14.3 高保形纺织品制备关键技术

研究内容：研究纤维多重结构、制品设计与协同保形效应，以及纺织面料在应用环境中形状保持机理；研究高保形纤维成分设计、制备工艺技术，开展天然纤维纯纺和混纺高保形纺织品设计，突破新型结构纱线制备、高密抗皱织造、低损伤化学交联染整关键技术；实现高保形纤维及纺织品制备与应用示范。

考核指标：高品质高保形纤维制品实现产业化，在知名终端品牌企业批量应用。高保形长丝卷曲收缩率 $\geq 60\%$ ；高保形纯棉面料折皱回复角 $\geq 270^\circ$ 、面料外观平整度 $\geq 4$ 级、吸水性 $\leq 15$ 秒；高保形纯毛面料折皱回复角 $\geq 330^\circ$ 、面料外观平整度 $\geq 4$ 级、落水变形 $\geq 4$ 级；申报发明专利10项，制定检测方法和标准5项。

## 15.生物基纺织材料关键技术

### 15.1 高品质聚乳酸纤维及其纺织品制备技术

研究内容：研究乳酸与丙交酯单体性质对聚乳酸纤维性能与制备过程稳定性的影响规律，聚乳酸连续聚合与纺丝成形过程中的动力学与结构演化机理；研究高品质聚乳酸连续聚合、纺丝、非织造与成膜产业化技术，耐温改性聚乳酸制备技术，聚乳酸纺织品加工整理关键技术；建立高品质聚乳酸及其纺织材料制备与产业链应用示范。

考核指标：高品质聚乳酸纤维材料制备技术取得自主知识产权，整体达到国际先进水平，在服装、家用和产业用纺织品领域高水平应用；万吨规模聚合装置实现稳定生产，单体含量 $<0.5\%$ ，特性粘数波动 $\leq\pm 0.02\text{dl/g}$ ；工业化装置开发的纤维强度 $\geq 3.5\text{cN/dtex}$ ，线密度偏差率 $\leq\pm 3.0\%$ ；在中试及以上规模制备出耐温型聚乳酸纤维，熔点 $\geq 200^\circ\text{C}$ ；申报发明专利10项，制定标准和技术规范5项。

### 15.2 生物基聚酯、聚酰胺高效聚合纺丝技术

研究内容：研究生物基单体二元醇和二元胺等原料性质对聚酯、聚酰胺纤维性能与制备过程稳定性的影响规律，新型生物基聚酯、聚酰胺聚合、成形动力学与结构演化机理；研究新型生物基聚酯、聚酰胺连续聚合与高速纺丝技术，生物基聚酯复合纺丝技术，生物基聚合物阻燃技术，生物基纤

维纺织品加工整理技术；建立生物基聚酯、聚酰胺纤维制备与应用示范。

考核指标：建立生物基聚酯、聚酰胺规模化的技术示范，产品应用形成市场基础。生物基聚酯：特性粘数波动 $\leq\pm 0.02\text{dl/g}$ ，熔点 $\geq 220^\circ\text{C}$ ，b值 $\leq 5$ ，纤维断裂强度 $\geq 3.0\text{cN/dtex}$ ；生物基聚酰胺：相对粘度波动 $\leq\pm 0.04$ ，纤维断裂强度 $\geq 3.0\text{cN/dtex}$ ；建立生物基单体和纤维产品的质量和标准体系，形成自主知识产权，申报发明专利10项，制定标准和技术规范5项。

### 15.3 再生纤维素纤维高效低耗规模化制备技术

研究内容：研究纤维素浆粕性质对纤维性能与制备过程稳定性的影响规律，纤维素溶解、纺丝成形动力学与结构演变机理；研究新溶剂法纤维素纤维的浆粕混配与活化、连续溶解、脱水、脱泡薄膜蒸发一体化、大容量干喷湿纺成形等高效连续制备技术、高效率低能耗溶剂回收关键技术，高湿强再生纤维素纤维高效制备及清洁生产关键技术；建立万吨规模N-甲基吗啉-N-氧化物（NMMO）溶剂体系纤维素纤维制备与应用示范，差异化再生纤维素纤维高效纺丝与清洁生产示范。

考核指标：万吨规模新溶剂法纤维素纤维国产化技术和装备水平显著提升，达到国际先进水平，在服装、家纺、产业用纺织品领域实现高水平、规模化市场应用。万吨规模新



溶剂法纤维素纤维实现稳定生产，干态断裂强度 $\geq 3.6\text{cN/dtex}$ ，湿态断裂强度 $\geq 3.2\text{cN/dtex}$ ，疵点含量 $< 5$ 毫克/100克，溶剂回收率 $\geq 99.5\%$ 。高湿强再生纤维素纤维：湿态断裂强度 $\geq 2.0\text{cN/dtex}$ ，高品质差别化再生纤维素纤维比重达到30%。形成浆粕、溶剂等原辅料和产品的质量和标准体系，申报发明专利10项，制定标准和技术规范5项。

## 16. 纺织材料高效生态染整技术与应用

### 16.1 非水介质染色关键技术

研究内容：研究非水介质染色基本原理，纤维溶胀行为和染料-介质-纤维间耦合作用；研究散纤维、筒子纱和织物非水介质染色工艺及装备，非水介质染色专用染料，非水介质和残余染料的循环利用关键技术。

考核指标：非水介质染色技术具有自主知识产权，达到国际先进水平。染色主装备容积 $\geq 1$ 立方米，合成筛选专用染料 $\geq 20$ 支，形成色谱齐全的染料体系，染色产品耐水色牢度（沾色、变色） $\geq 4$ 级，耐干摩擦色牢度 $\geq 4$ 级，耐湿摩擦色牢度 $\geq 3$ 级；申报发明专利10项，制定标准和技术规范3-5项。

### 16.2 针织物全流程平幅印染技术

研究内容：研究针织物平幅运行过程中张力与形变控制原理及方法，纤维表面微纳结构构筑与超疏水性能调控机制；研究针织物低温催化氧化前处理工艺及装备、活性染料湿蒸固色平幅连续印染工艺及装备，有机-无机微纳米无氟防

水整理剂制备及应用技术；开展针织物前处理、染色和后整理全流程平幅连续染整产业化示范。

考核指标：针织物平幅连续染整加工技术达到世界领先水平，示范工程单位产品平均能耗降低20%、水耗降低30%，针织物平幅湿蒸染色车速 $\geq 30$ 米/分钟，染色针织物左中右色差 $\geq 4$ 级，头尾色差 $\geq 4$ 级，耐水色牢度（沾色、变色） $\geq 4$ 级，耐干摩擦色牢度 $\geq 4$ 级、耐湿摩擦色牢度 $\geq 3$ 级；无氟防水整理技术达到国际先进水平，防水产品初始防水等级高于95分。建立生产示范基地和示范工程2-3家，示范线5条，申报发明专利10项，制定标准和技术规范6-7项。

### 16.3 数字化印染关键技术

研究内容：研究喷墨印花墨水中染料簇集结构与演变机理，墨滴形成及其与织物的相互作用机制；研究高稳定性高着色力活性染料喷墨印花墨水制备技术、织物预处理和后处理技术与装备、新型高速喷墨印花装备，研究生产参数实时快速在线监测及反馈控制系统、染化料助剂精准自动配送系统、印染生产计划自动排程系统，开发全流程数字化印染加工关键技术；进行高速喷墨印花应用示范，全流程数字化印染应用示范。

考核指标：高速喷墨印花技术、活性染料喷墨印花墨水和全流程数字化印染加工技术取得自主知识产权，替代进口，达到国际先进水平。喷墨印花速度达到3000平方米/小时

以上，墨水稳定性6个月以上，喷墨印花产品耐干摩擦色牢度 $\geq 4$ 级，耐湿摩擦色牢度 $\geq 3$ 级，耐水色牢度（沾色、变色） $\geq 4$ 级；全流程数字化印染加工技术实现设备关键参数采集率100%，故障诊断正确率 $\geq 85\%$ ，产品一次准确率 $\geq 92\%$ ，单位产品平均能耗降低20%、水耗降低30%。建立生产示范基地和示范工程2-3家，示范线5条，全流程数字化印染示范车间1个，申报发明专利10项，制定标准和技术规范6-7项。

## 17.长寿命高性能混凝土技术

### 17.1 极端环境下长寿命混凝土制备及应用技术

研究内容：研究极端环境下混凝土材料耐蚀抗裂机理、服役性能评价方法、混凝土微结构设计和调控原理；探索寒冷条件下混凝土智能制造的关键材料及技术；研究利用海洋地材制备高耐久混凝土关键技术；研究极端环境抢修抢建混凝土关键材料和技术；研究钢筋混凝土结构防护、基体防腐和钢筋阻锈关键材料和技术，开发严寒、海洋离岸、高辐射、高原复杂环境用高性能混凝土材料耐久性提升关键技术并示范应用。

考核指标：实现 $\leq 0.3$ 毫米裂缝自修复，混凝土氯离子扩散系数降低50%以上；寒冷条件下抢修用混凝土1~2小时快速通车，3天强度达设计值的70%；严寒环境高性能混凝土300次冻融循环残余应变 $< 100\mu\epsilon$ ；海洋离岸海水拌养高性能混凝土地材（珊瑚礁、砂）利用率大于 $> 80\%$ ，混凝土强度 $\geq C40$ ，

氯离子扩散系数 $\leq 3.5 \times 10^{-12}$  平方米/秒；耐辐照混凝土在中子注量 $1 \times 10^{15}$  n/平方厘米辐照后抗压强度降低不大于10%；高原服役混凝土多场协同作用下的服役寿命提高1倍。形成极端环境工程应用示范10~12项，申请国内外专利40项以上，编制标准和技术规范5~7项。实现极端环境混凝土结构密实、抗侵蚀性优、抗变形能力强的目标。

### 17.2 长寿命混凝土制品关键材料及制备技术

研究内容：研究混凝土制品用化学功能材料的构效关系与分子设计；开发减缩型和早强型化学功能材料；研发具有降粘、密实和抗蚀功能的复合矿物掺合料；研究超早强水泥基材料微结构形成与损伤规律，解决超早强与高耐久的矛盾，研究免蒸压（养）、低能耗、高抗裂混凝土制品关键材料和制备技术。

考核指标：合成减缩型化学功能材料减水率 $> 25\%$ ，减少混凝土收缩 $\geq 30\%$ ；早强型化学功能材料减水率 $> 25\%$ ，室温养护12小时抗压强度比 $\geq 400\%$ ；复合矿物掺合料降低粘度30%，氯离子扩散系数降低50%以上；形成制品裂缝控制成套关键技术，混凝土开裂风险降低50%。免蒸压混凝土制品降低生产能耗70%以上。形成化学功能材料生产示范线/节能环保高抗裂水泥制品制备示范生产线5~8条，工程应用10~15项，申请国内外专利30项以上，编制标准和技术规范5~7项。

提高混凝土抗裂性能，促进我国品种众多的混凝土制品抗裂性能达到国际先进水平。

### 17.3 高抗裂预拌混凝土关键材料及制备技术

研究内容：研究混凝土流变参数与泵送性能关系，研究超高层泵送混凝土用化学功能材料的分子设计与构效关系，开发粘度调节型和智能缓释型高端化学功能材料；开发水化热调控材料和补偿收缩技术，形成超高层高抗裂预拌混凝土关键材料和成套技术；形成大体积混凝土的早期变形与裂缝控制技术。

考核指标：粘度调节型化学功能材料降低高强混凝土粘度40%以上；智能缓释型化学功能材料在30~40℃高温条件下3小时坍落度损失不超过20%；超高层泵送混凝土早期开裂风险降低30%；大体积混凝土7天温升降低5℃，28天收缩率 $< 100 \times 10^{-6}$ ，混凝土开裂风险降低50%。超高、超深和超长薄壁以及特殊结构等工程用化学功能材料自给率由50%提高到90%；混凝土结构平均寿命由 $< 30$ 年延长到50~100年。建立粘度调节型和智能缓释型化学功能材料生产示范线/水化热调控型复合矿物掺合料生产示范线5~8个，远程高程泵送混凝土示范工程8~10项，其中高度 $\geq 300$ 米高层混凝土工程不少于2项。申请国内外专利30项，编制标准和技术规范5~7项。促进我国量大面广预拌混凝土质量整体达到国际先进水平。

## 18.特种功能玻璃材料及制造工艺技术

### 18.1 溢流法电子玻璃基板制备技术

研究内容：研究低热膨胀系数的无碱硼铝硅酸盐玻璃配方，建立电子玻璃温度场、流动场物理模型和熔窑结构三维仿真数学模型；研究高黏度玻璃熔化、均化和排泡、微缺陷控制、大面积平整度控制等关键工艺技术和装备，开展电子玻璃基板性能评价研究，制订专用标准规范，突破国外知识产权壁垒，实现G8.5电子玻璃基板稳定生产与应用示范。

考核指标：厚薄差不大于玻璃基板厚度的 $\pm 10\%$ 且 $\leq \pm 0.05$ 毫米、内部缺陷 $< 100$ 微米；平整度：波纹度 $< 0.1$ 微米；形成1条以上熔窑熔化能力 $\geq 20$ 吨/天示范生产线，申报国内外专利40项以上，编制技术标准3项，满足信息产业基础高端原材料需求，整体达到国际先进水平。

## 19.先进陶瓷材料及精密陶瓷部件制造关键技术

### 19.1 新型陶瓷原料高效合成与批量制备技术

研究内容：开展高纯、超细、高烧结活性氧氮化铝（AlON）、氮化铝（AlN）等新型粉体原料的新型高效合成技术及合成机理研究，解决关键技术，研制出高性能粉体原料，形成中试生产能力；开展先进陶瓷粉体材料的低成本、绿色制备工艺和生产装备关键技术研究，形成批量稳定生产能力。

考核指标：新型高性能陶瓷原料。氧氮化铝粉体：纯度 $\geq 99.9\%$ ， $D_{50} \leq 0.5$ 微米，形成年产10吨中试线；氮化铝粉体：纯度 $\geq 99.8\%$ ， $O \leq 0.9\%$ ， $D_{50} \leq 1$ 微米，形成年产30吨中试线。大批量陶瓷原料。碳化硅：纯度 $\geq 98.5\%$ ，游离碳 $f_C \leq 0.25\%$ ，游离硅 $f_{Si} \leq 0.15\%$ ，总氧化量 $O \leq 0.85\%$ ，总铁含量 $Fe \leq 200\text{ppm}$ ， $D_{50} \leq 0.5$ 微米，形成年产5000吨生产能力；氮化硅： $\alpha$ 相含量 $\geq 93\%$ ， $f_{Si} \leq 0.1\%$ ， $O \leq 1.5\%$ ， $Fe \leq 200\text{ppm}$ ， $D_{50} \leq 0.5$ 微米，形成年产1000吨生产能力；氧化铝：纯度 $\geq 99.99\%$ ， $K、Na \leq 20\text{ppm}$ ， $Si、Ca \leq 10\text{ppm}$ ， $Fe \leq 5\text{ppm}$ ， $D_{50} \leq 0.5$ 微米，形成年产1000吨生产能力。申请发明专利10项以上，标准和技术规范2~3项。

## 19.2 新型特种陶瓷材料制备关键技术

研究内容：开展新型特种陶瓷材料微结构演变规律与性能控制、可靠性评价和寿命预测等共性关键技术研究，高性能复杂形状精密陶瓷部件近净尺寸低成本绿色快速成型技术研究；开展高性能多功能高温陶瓷纤维复合膜材料、高导热陶瓷基板材料、耐高温耐腐蚀高强轻质多孔陶瓷材料等新型特种陶瓷研发及其应用技术研究，实现应用示范。

考核指标：高性能精密陶瓷部件：复杂形状部件致密化过程几何尺寸精度控制范围 $\leq \pm 1\%$ ，加工精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ；多功能高温陶瓷纤维复合膜材料：使用温度 $280\sim 450^\circ\text{C}$ ，除尘效率 $\geq 99.8\%$ ，脱硝效率 $\geq 80\%$ ，形成年产3万平方米示范线；高导热陶瓷基板材料：热导率 $\geq 100\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，基片厚度 $\geq 0.3$ 毫米，

基片尺寸 $\geq 100 \times 100$ 平方毫米；耐高温耐腐蚀高强轻质多孔陶瓷材料：气孔率30~70%，室温抗弯强度 $\geq 100\text{MPa}$ ， $1000^\circ\text{C}$ 抗弯强度 $\geq 35\text{MPa}$ ，气体通量 $\geq 1000 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{bar})$ ；申请发明专利15项以上，标准和技术规范2~3项。

### 19.3 透明、闪烁陶瓷材料制备关键技术

研究内容：开展氧氮化铝（AlON）、钇铝石榴石（YAG）、镁铝尖晶石等可见-中红外透明陶瓷物相纯度、微结构演变优化、晶界纯化与透波性能、空位缺陷与闪烁性能关系研究，大尺寸部件制备与加工技术研究；开展大尺寸Ce:LaBr<sub>3</sub>、石榴石结构的闪烁晶体/陶瓷和Nd:CaF<sub>2</sub>、Cr,Nd:LuAG等复合结构激光晶体/陶瓷等特种功能晶体/陶瓷的生长技术与装备、致密化机理与加工技术、器件设计与制造等关键技术研究，实现应用示范。

考核指标：氧氮化铝、钇铝石榴石、镁铝尖晶石等透明陶瓷：600纳米波段直线透过率 $\geq 82\%$ ，3.5微米波段直线透过率 $\geq 83\%$ ；弯曲强度 $\geq 300\text{MPa}$ ，断裂韧性 $\geq 2.0\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ；平板尺寸 $\geq \Phi 400$ 毫米，半球罩尺寸 $\geq \Phi 150$ 毫米。Ce:LaBr<sub>3</sub>、石榴石结构的闪烁晶体/陶瓷能量分辨率 $\leq 5\%$ ，光产额 $\geq 50000\text{ph/MeV}$ ，样品尺寸 $\geq \Phi 150$ 毫米；Nd:CaF<sub>2</sub>、Cr,Nd:LuAG等复合结构激光晶体/陶瓷散射损耗 $\leq 0.1\%/厘米$ ，样品尺寸 $\geq \Phi 200$ 毫米。申请发明专利15项以上，标准和技术规范2~3项。



#### 19.4 高性能陶瓷部件高效精密制造关键技术

研究内容：开展大尺寸复杂形状高性能先进陶瓷部件的轻量化高比强设计、精密成型技术、微小变形高温烧结过程控制、高精度高效率机械加工等共性关键技术研究。重点突破高性能碳化硅热交换部件、微电子装备用大尺寸高精密部件、半导体产业用大尺寸高纯陶瓷部件、风电/节能装备行业大尺寸氮化硅陶瓷轴承球及球阀、热辐射保护管、绝缘环等系列产品工程化技术，实现应用示范。

考核指标：高性能碳化硅热交换部件：密度 $\geq 3.10$ 克/立方厘米，弯曲强度 $\geq 400$ MPa，断裂韧性 $\geq 3.5$ MPa·m<sup>1/2</sup>，热导率 $\geq 120$  W/(m·K)，长度 $\geq 3000$ 毫米，碳化硅热交换管国产化率大于90%，形成年产500吨生产能力；微电子装备用大尺寸高精密部件：表面粗糙度rms $\leq 5$ 纳米，部件尺寸800~1500毫米；半导体产业用大尺寸高纯部件：尺寸 $\geq \phi 300$ 毫米、体材料或镀膜层纯度 $\geq 99.9\%$ ，实现应用示范；氮化硅陶瓷轴承球及球阀：弯曲强度 $\geq 800$ MPa，断裂韧性 $\geq 8.5$ MPa·m<sup>1/2</sup>，压碎载荷比 $\geq 40$ ，球尺寸30~100毫米，100毫米球精度G20级，100毫米热等静压球国产化率 $> 90\%$ ；氮化硅热辐射保护管：长度 $\geq 1500$ 毫米，热导率 $\geq 60$  W/(m·K)，1200℃弯曲强度 $\geq 350$ MPa；耐高温氢腐蚀氮化硅复合绝缘环：致密度 $\geq 99\%$ ，高温抗击穿电压 $\geq 3.0$ 千伏/毫米，耐高温腐蚀(H<sub>2</sub>、HCl混合气体)寿命 $\geq 12$

个月，形成年产300吨高性能氮化硅陶瓷示范线；申请发明专利15项以上，标准和技术规范2~3项。

## 20.节能环保非金属矿物功能材料

### 20.1 节能非金属矿物功能材料制备技术

研究内容：研究隔热耐火材料、无机保温材料低导热保温矿物微结构设计及强韧化机理，开发生、控、稳、固泡与成型以及节能矿物材料制备等关键技术，开展生产及工程应用示范；研究减摩自修复材料性能调控及自修复机理，开发材料的产业化制备关键技术，开展在大型装备上的应用；研究高岭土基催化剂载体晶形控制、设计、性能调控技术，开发超细、提纯、分级等材料关键制备技术，开展在石油催化剂上的应用。

考核指标：长寿命新型耐火材料最高使用温度达到1300℃，350℃时导热系数 $\leq 0.10$  W/(m·K)；保温材料用矿物纤维强度和模量提高20%~30%，高性能无机保温材料容重 $\leq 200$ 公斤/立方米，导热系数 $\leq 0.045$  W/(m·K)；减摩自修复材料微粒长径 $\leq 0.8$ 微米，延长设备使用寿命40%；催化剂载体提高石油催化裂化总液收1.5%以上。申请专利25项以上，编制标准和技术规范5项。形成三条100吨/年隔热耐火材料、一条30万平米/年无机保温材料、一条100吨/年减摩自修复材料生产示范和批量应用。

## 20.2 环保非金属矿物功能材料制备技术

研究内容：研究低温选择性催化还原（SCR）催化材料矿物活化机理、高效结构及作用机理，开发催化剂高活性原料粉体合成、成型等关键技术及脱硝材料成分设计、生产技术，开展脱硝材料生产及应用示范；研究矿物材料的选择性吸附机理、性能调控及催化降解机理，开发室内空气高效净化材料、难处置工业废水高效净化矿物材料、饲料脱霉用矿物材料关键制备技术，开展材料生产及应用示范；研究难溶性钾矿营养元素活化、生物菌矿物复合及调理、营养供给机理，开发土壤生态修复调理矿物功能材料制备及应用技术，开展土壤生态修复调理应用示范。

考核指标：低温选择性催化还原（SCR）催化材料在 $\leq 120^{\circ}\text{C}$ 下水泥工业脱硝率大于80%；空气净化材料甲醛24h去除率 $\geq 93\%$ ，甲醛的饱和吸附量大于90毫克/克，苯去除率 $\geq 88\%$ ，胶黏剂填料甲醛释放量 $< 4$ 毫克/100克；高COD污水处理材料对不溶或微溶性COD去除率 $> 80\%$ ，处理印染废水 $\text{COD} \leq 100$ 毫克/升、固体悬浮物 $\text{SS} \leq 20$ 毫克/升；金属废水处理材料对重金属离子去除率 $> 99\%$ ，Cr、As离子实现毒性降解；污泥脱水材料处置后的污泥含水率 $< 65\%$ ，费用降低30%以上；营养型土壤调理材料有效养分含量 $\text{K}_2\text{O} \geq 4\%$ 、 $\text{SiO}_2 \geq 30\%$ 、 $\text{CaO} \geq 30\%$ ；复合型土壤调理材料含生防菌 $\geq 2.5 \times 10^{13}$ 个/公斤，根腐病发病率降低85%；饲料脱霉矿物材

料对黄曲霉毒素吸附率 $\geq 95\%$ 、玉米赤霉烯酮吸附率 $\geq 90\%$ 。申请专利35项，编制标准和技术规范7项。形成5000m<sup>3</sup>/年低温选择性催化还原（SCR）高效脱硝材料、5000吨/年海泡石基空气净化材料、3000吨/年污水处理材料、10万吨/年的营养型土壤调理材料、1万吨/年复合型土壤调理材料生产示范线和批量应用。

### 20.3 环境友好非金属矿物功能材料制备技术

研究内容：研究隐晶质石墨基等矿物材料微结构及性能演化、服役机理和功能强化调控基础，复配无机矿物高温热熔成纤机理，多元非金属矿物复配协同作用机理；开发高耐蚀预水化防渗材料生产、高真空度控制与吸附柱撑离子交换功能强化、玄武岩纤维原料稳定及全流程优化、大宗尾矿材料化及低品质非金属矿高值化规模利用、隐晶质石墨矿物材料制备、高性能助悬浮缓释增稠环保材料制备、环保型高稳定摩擦材料制备等关键技术；开展生产及工程应用示范。

考核指标：高耐蚀预水化膨润土防渗材料实现升级换代，材料耐静水压 $\geq 0.2\text{MPa}$ ，渗透系数 $\leq 5.0 \times 10^{-11}$ 米/秒；玄武岩纤维池窑化拉丝成品率 $\geq 85\%$ ，干纱断裂强度0.45-0.6N/tex，浸胶纱强度 $\geq 2600\text{MPa}$ ，弹性模量 $\geq 90\text{GPa}$ ；尾矿及低品质矿制备的新型复合结构陶瓷厚度 $\leq 10$ 毫米，破坏强度 $\geq 900\text{N}$ ，断裂模数 $\geq 17.5\text{N/mm}^2$ ；尾矿及低品质矿制备胶凝材料替代水泥40%以上时28天强度与参比水泥相当，28天抗硫酸盐侵蚀系

数 $\geq 1.0$ ，抗氯离子渗透性提高5倍；隐晶质石墨基矿物材料提高橡胶材料硬度 $\geq 80\%$ 、拉伸强度 $\geq 5$ 倍、撕裂强度 $\geq 1$ 倍、压缩永久变形 $< 20\%$ ；悬浮缓释材料表观粘度 $\geq 2000\text{mPa}\cdot\text{s}$ ，触变指数 $\geq 8$ ，悬浮率 $\geq 98\%$ ；摩擦材料实现不含石棉、铜及有害重金属，材料工作摩擦系数波动 $\pm 10\%$ ，最小摩擦系数不低于0.25， $100 \sim 350^\circ\text{C}$ 总磨损率 $\leq 0.8 \times 10^{-7}\text{cm}^3/(\text{N}\cdot\text{m})$ ，寿命延长1.5~5倍。申请专利40项，编制标准和技术规范8项。形成20万平米/年膨润土防渗材料、1500吨/年玄武岩纤维池窑拉丝、500吨/年石墨矿物材料、3000吨/年功能环保助剂、2000吨/年高性能摩擦材料生产示范线和批量应用。