

# 2020 年省重大科技创新工程项目指南

## 一、新动能培育

### (一) 新一代信息技术

#### 项目一：新一代网络安全芯片与系统

##### 课题 1：国产密码关键技术研究与产品开发

**研究内容：**研究高性能加解密、密码资源虚拟化、存储加密、同态加密等密码关键技术；研究海量数据的高性能国产密码算法加解密技术；研究基于硬件虚拟化的密码资源池技术；研究磁盘加密、文件加密、数据库加密等结构化和非结构化数据的加密技术；研究基于同态加密、可搜索加密、数据溯源等技术的大数据安全 and 隐私保护技术。

**考核指标：**研发高性能国产密码设备和密码资源池平台，达到 SM2 数字签名速度>50 万次/秒，SM4 加密速度>30Gbps，支持千万级密钥量管理、云端密码资源虚拟化等功能；研发面向人工智能和大数据领域的大数据安全平台，支持结构化和非结构化数据加密、可搜索加密、数据溯源、同态加密等功能；获得不少于 2 款商用密码产品型号，开展不少于 2 个示范应用。

## 课题 2：面向重点行业的网络安全系列芯片研制

**研究内容：**针对重点行业融合云计算、区块链等新技术时缺少成体系安全芯片构筑网络安全基础，传统的边界安全防护设备也存在自身安全功能缺乏可信保障的问题，研发符合等保 2.0 可信计算 3.0 标准的新一代安全网络安全芯片与系统，重点突破低功耗多任务可信计算芯片设计技术，业界领先的全定制设计方法低功耗新型非易失性存储器和全定制设计的多口 SRAM 关键技术，多种密码算法 System C 模型等关键技术，形成自主可控安全可信系列芯片，构建安全可信的基础硬件系统体系。

**考核指标：**运用同一套算法实现模逆元和模乘运算；实现一套硬件电路同时实现素数域  $GF(p)$  和二进制有限域  $GF(2^m)$  的点乘运算；实现高性能存储器中植入可信源根控制功能技术，实现主动度量与控制；完善安全芯片抗攻击技术，防范各类非侵入式攻击、半侵入式攻击、侵入式攻击等；高性能可重构硬件加密引擎 IP 核实现国家商用密算法主动免疫技术；建立可信平台算力动态分配和优化协同机制，采用信任链传递和安全传输机制同时实现业务数据和配置流程的安全可信；设计实现面向网络安全等级保护 2.0 标准、符合中国可信计算 3.0 标准的、可应用于重点行业嵌入式设备、工业控制设备、网络传输设备、边界防护设备的系列新一代网络安全芯片 (TPCM)，实现不低于 1000 万颗新一代网络安全芯片的产业化应用。

### 课题 3: 新一代网络安全可信云平台建设与运行监测技术应用

**研究内容:** 针对已有石油等重点行业系统众多、难以精确定位、业务协同难、只监测不处置, 对外协同性差, 缺乏态势采集、聚合、分析、预测、展现能力等问题, 开展面向终端、网络、接入各环节、基础硬件、操作系统、应用软件各要素的新一代网络安全可信系统资源全生存周期管理技术研究。围绕度量基准值、数字证书、密码密钥等关键资源, 从产生、分发、验证、恢复、销毁各个环节进行周密管理; 研究新一代安全可信态势感知、预测、处置、响应、展示技术, 实时反映、预测、响应网络安全状态; 开展油田工业 APP 装配体系建设, 形成组件复用、工业 APP 共享、按岗定制的应用服务体系、标准化软件研发体系, 研制新一代网络安全可信工业互联网云平台与动态态势感知系统并开展应用示范。

**考核指标:** 建设可按油田业务、布局格式、显示模式进行门户定制, 满足业务和岗位的个性化需求的安全可信工业互联网云平台与动态态势感知系统, 支持工业 APP 运行监控, 通过评价模型和监控日志对工业 APP 运行情况进行分析评价; 支持接收安全可信计算环境、可信区域边界、可信通信网络包送的可信状态信息; 能够对可信动态安全事件、故障、告警进行及时发现, 支持自动或者半自动根据相关预案进行处置; 可信状态等数据的存储

周期不少于 3 年；安全态势更新周期不大于 3 秒；安全策略下执行生效周期不大于 1 分钟，形成适用于山东省重点行业监测控制系统网络安全免疫系统，推动行业产业链上下游网络安全体系建设。

## **项目二：量子技术研究及应用**

### **课题 1：新型量子保密通信关键技术研究与应用**

**研究内容：**发展时频技术和遥远两地独立激光锁相技术及其应用，研究新型远距离量子密钥分发和量子中继以及基于量子密钥分发的安全时频传递技术。

**考核指标：**在自由空间和光纤上实现遥远两地独立激光器的相对频率秒稳定度达到  $1E-14$  水平，完成现场 400 公里光纤上的新型双场量子密钥分发方案和自由空间外场的双场量子密钥分发，成码率突破无中继最高成码率极限；完成 20 公里以上现场量子中继，保真度超过 80%；基于量子保密通信技术实现防数据篡改的时频传递。

### **课题 2：双通道转换单光子探测器激光雷达系统研制**

**研究内容：**研制高稳定性双通道上转换光通讯波段单光子探测器，开展基于高稳定性双通道上转换光通讯波段单光子探测的高性能量子探测激光雷达系统的研究。

**考核指标：**双通道光通讯波段上转换单光子探测器效率稳定性在  $\pm 0.5\%$  以内；基于双通道上转换探测器实现的量子探测雷达

系统全天候晴空探测距离 > 7km，距离分辨率优于 15 米。

### **项目三：区块链关键技术**

#### **课题 1：新型自主可控区块链架构关键技术研究与应用**

**研究内容：**开展新型区块链架构研究，研究区块数据结构及管理方法、高效共识机制与安全通信协议等；开展自主可控的区块链密码算法和安全管理机制研究，研究成员动态管理、访问控制、数据安全等；研究自主可控的跨链技术，实现多种区块链之间的数据访问、交易流转及安全监管。

**考核指标：**研发支持国产密码体系的自主可控区块链平台；提出新型区块链的数据组织结构，形成便于融合应用的非单链方式的新型区块链架构；形成支持基于国密算法的区块链安全通信协议；形成支持基于国密算法的安全通信协议；提出新型共识算法，区块共识延迟不超过 1 秒，性能不低于 10,000TPS。面向金融科技、电子政务、供应链等典型场景开展不少于 3 个示范应用，申请发明专利不少于 5 项，软件著作权不少于 2 项，提交区块链国家/行业/地方标准/指导性文件不少于 2 项。

### **项目四：工业软件及工业互联网**

#### **课题 1：支持网络协同制造的工业软件快速构建与应用**

**研究内容：**研究图形化快速开发与个性化配置技术，研发工具化、模块化和图形式低代码快速开发工具；研究领域知识表达方法、业务模型与知识模型一体化表达的知识图谱构建技术，实

现跨业务链条、场景智能感知的流程自动化、智能化；研究动态化业务逻辑封装和集成技术，支持 ERP/MES/PLM/CAX 等典型工业软件接入集成；研发基于容器、微服务等云原生架构，支持公有云、私有云混合部署，实现应用快速构造与动态配置的工业企业数字化平台，建立智能化企业应用软件开发生态系统，在典型制造行业开展应用示范。

**考核指标：**突破工业互联应用开放框架、图形化快速开发、业务流程动态建模、动态化业务逻辑封装和集成等关键技术，研发工业企业数字化能力平台，支持容器化、微服务等云原生架构，并适配国产化基础软件，支持 20 种以上应用模型的可视化建模，编码量降低 50%以上；建设面向典型行业的工业微服务资源池，算法、模型、组件等可管理的工业微服务实例不低于 100 个，在 2 个以上典型行业进行示范应用。

## **课题 2：重点行业工业互联网共性关键技术研究与应用**

**研究内容：**研究大规模定制智能生产线、智能仓储物流、多工厂生产调度与优化决策、异构信息系统集成等智能制造关键技术及其软硬件系统；开展智能工厂设备互联、工业数据边缘计算、制造大数据决策分析、供应链协同等关键技术研究及系统研制；研究新型网关技术和通用工控协议解析软件的数据采集方法，实现设备自动化实时采集设备数据；开展工业互联网 PaaS 关键技术研究，搭建满足多行业、多领域、多场景应用的工业知识复用、

工业资源共享互联网平台，构建面向工业应用的开发运维一体化体系。

**考核指标：**突破不少于 5 项关键技术，提出支持大规模定制生产的智能工厂与工业互联解决方案；完成数据采集、工业互联网 PaaS 平台、工业 APP 构建与容器、工业互联网安全等软硬件系统研发；实现数据驱动的行业知识库等工业互联网环境中的软件工具开发与应用；开发工业大数据挖掘、分析、处理工具，实现嵌入式智能控制系统等嵌入式软件系统开发与应用。

### **课题 3：面向重点行业的信息建模通用软件开发**

**研究内容：**研究实时参数化建模技术，通过开放端口，实现模型数据的实时创建、原有模型读取和修改，实现全过程模型数据传递、使用和复用；开发桌面端建模软件及工具、云计算、Web 模型数据管理等功能模块，围绕全产业链设计施工运维管理各阶段参与方的需求，研究基于云计算的高效协同 BIM 图形建模与图形多源异构数据处理关键技术；研究微服务架构和基础框架，实现模型文件的转换，以及模型文件存储，Web 端展及参数化物体的修改编辑功能；研究基于 RESET 风格的 Web API 接口的应用程序，支持各种网络编程语言，数显系统自动调用云服务。

**考核指标：**搭建 BIM 技术协同创新软硬件平台，对标国际软件欧特克和奔特力，系统参数达到国外建模平台和应用软件的水平，实现贯通工程项目全生命周期应用，突破全参数化建模技

术和多专业协同云平台等核心技术，实现基础软件的底层控制的国产自主可控，打通信息孤岛，实现数据共享，实现在土木工程、新基建等重点行业的应用。

## **项目五：人工智能与大数据技术**

### **课题 1：基于 5G 环境下的多种典型场景应用**

**研究内容：** 研究分析 5G 移动边缘计算关键技术，提出融合 4G/5G 网络的云边端协同计算的软硬一体化技术架构；研究基于统一认证技术的资源、数据、能力、应用、规则、服务等云边协同技术；研究云端协同能力，实现海量 5G 终端应用编排、远程配置管理；研发基于人工智能技术的信道估计、用户特性分析和信号检测方案；围绕智慧城市、智慧工厂、高清视频等行业典型场景进行示范应用。

**考核指标：** 提出 5G 移动边缘计算和融合 4G/5G 网络云边端协同计算的软硬一体化架构，云边协同能力不少于 100 个边缘云节点，云端协同能力实现 1000 个以上 5G 终端节点的编排、控制等协同管理；提出 5G 边缘计算平台体系架构，完成平台功能设计、平台研发及平台测试验证；搭建用于信道估计和信号检测的轻量深度神经网络，提高信道估计和信号检测的准确性；在室内低速场景及室外高速移动场景下，覆盖范围提高 50%，系统误比特率达到 10 以下，提升系统频谱效率与传输速率 20%以上，克服信道衰落影响，综合提高无线通信系统的整体性能，在智慧城



市、智慧工厂、高清视频等领域开展典型场景示范应用。

## **课题 2：面向智慧城市的人工智能关键技术研究**

**研究内容：**研究人工智能与智慧城市发展融合技术。研究综合智能决策模型和协同服务机理，研制综合决策和协同服务系统平台，构建知识图谱和人工智能分析模型，为城市治理、资源配置和精准服务提供有力的信息和决策支持；研究基于流计算的大规模时间序列数据的递增分析模型，实现生物医学信号的实时、动态、持续分类和预测。

**考核指标：**建设城市综合决策和协同服务系统平台，为政府、企业及个人提供数据增值服务；全景展现城市的运行视图，汇聚 20 个以上政府部门的 100 类以上公共服务数据，构建具有亿级实体规模的城市宽域知识图谱。

## **课题 3：面向行业的大型云原生应用架构支撑平台研究与应用**

**研究内容：**研究大规模一致性分布式算法、分布式多活负载均衡技术；研究轻量级虚拟计算、基于策略的细粒度权限控制技术；研究基础设施即代码、分布式程序自动化管理技术；研究微服务网格化治理技术；研制大型云原生应用架构支撑平台系统，提供满足大规模云原生应用稳定运行的弹性可扩展环境，支持海量应用的高性能、高可靠运转，提供应用的敏捷化可持续生产和发布生态，应对千万级微服务的智能化观测和治理，实现在教育、

市场监管、国土、水利、监察、科技等领域的应用示范。

**考核指标：**支持跨区域、跨厂商、跨架构的集群管理，具备1000+节点规模集群管理能力；支持计算、存储、网络资源的动态化智能化调度，满足数十万容器稳定运行和百万级PPS负载均衡；实现分钟级的编译构建能力，日构建量可达上万次级别；支持千万级微服务智能治理能力；支持多云中心、多集群的标准化、自动化、可追溯管理。

#### **课题4：专用数字化仪控系统关键技术研究与应用**

**研究内容：**开发核电关键仪控系统专用芯片与固件控制系统；研究核电站特殊测量方式，开发基于冗余结构设计和数据驱动的智能“自诊断”技术的核级测量系统；针对核电站重要设施、关键工艺环节和重要功能节点开发自主可控的核电级控制系统；研究核电仪控系统的安全性和可靠性，建立自动化验证工具数据库；基于传感器的观测数据，研究多源核电测量数据智能分析与辅助决策方法；研究极限条件下核电仪控系统的鉴定评估方法；研制核电关键仪控系统芯片及固件、核级控制系统关键测量仪表、核电安全相关系统的原型样机，实现产品应用示范。

**考核指标：**核电控制器芯片支持16/32位浮点运算和16/32定点运算，提供软核、固核、硬核，工作主频500MHz，运算性能达到2.0GMACS，典型功耗小于0.5mW/MIPS，安全MMU和ECC实现错误识别和自动纠正，高速串行接口IP硬核接口速度达到100Mbps，

实现高可信通讯；专用控制系统满足核三代核电站、海上浮动堆的核级鉴定要求，满足60年寿命体系，抗震加速度16g，EMC电磁兼容、电子控制部分满足-15~95℃的环境温度；专用控制系统硬件全冗余，实现故障后无扰切换，实现单一故障原则和共模失效设计，自诊断覆盖率100%，系统具有高确定性；专用控制系统精度满足核电定期试验和安全分析(PSA)要求，I/O冗余余量20%，处理器负载不大于50%，模拟量输入误差不大于0.1%，模拟量输出误差不大于0.2%；专用系统设计的可靠性设计(MTBF)大于50堆年，平均修复时间(MTTR)不大于2小时。

## **项目六: 智慧交通**

### **课题 1: 车路协同关键技术研究与应用**

**研究内容:** 研究车辆身份自动识别、多源感知与数据融合、多功能车路实时通信与交互、多场景态势推演与综合评估等关键技术及重点车辆数据采集与解析方法；研发边缘计算、感知汇集、信息发布模块化智能设备；研究面向高速公路高效安全运行的综合管控与服务平台标准及架构。利用高速公路智能化基础设施和车路协同关键技术研究成果，搭建涵盖高速公路大数据综合管理、建管养数据智慧采集及管理、韧性基础设施自然灾害风险协同防控应急和车路协同云雾数据管控等功能的智慧高速综合管理和服务平台，建设车路协同示范路段。

**考核指标:** 智能设备不少于 3 种无线通信接入、4 类信息采

集传感器接入方式，车载运行装备的监测预警功能不少于 5 种、自动报警模式不少于 2 种，运行风险评估准确率不低于 95%，预警报警有效率不低于 90%，形成基于车路协同的运行风险评估与管控方法，搭建高速公路基础设施大数据综合管理、车路协同云雾数据管控、韧性基础设施自然灾害风险协同防控应急等平台，构建预警和应急指挥系统、智能可视化系统、精准处置快速实施系统等。车路协同示范路段不低于 20 公里，智慧高速综合管理和服务平台涵盖不少于 10 类信息模型数据集和 4 类自然灾害。

**申报说明：**采用首席专家组阁制组织申报

## **课题 2：车辆智能监管与安全营运关键技术研究及应用**

**研究内容：**研究基于车路数据融合的“两客一危”车辆运行状态智能感知、实时监测技术；研究“两客一危”车辆驾驶行为风险评估、分级和预警技术；研制“两客一危”车辆运行风险监测预警和自动报警装备，研发部署基于云平台架构的“两客一危”车辆精准监管和主动预警系统，开展“两客一危”车辆数据互联互通及高危暗风险场景下车辆风险主动防控应用示范。

**考核指标：**“两客一危”车辆驾驶行为风险主动防范、矫正率 $\geq 80\%$ ，车辆行车事故率下降 30%。实现车辆身份识别、精准定位、营运车辆环视感知、驾驶行为自主矫正、通行目标全息监控与防控等功能，搭建“两客一危”车辆精准监管和主动预警系统，满足涵盖桥梁、隧道和高速公路服务区等应用场景，初步实现省

内高速公路监管监控系统数据与“两客一危”车辆运政信息系统、道路运输车辆动态监管系统和危险货物电子运单系统的互联互通。

## **(二) 高端装备**

### **项目一：智慧机器人**

#### **课题 1：喷涂机器人系统关键技术研究与应用**

**研究内容：**面向客车行业机器人喷涂柔性自动化生产线的需求，开发面向客车行业机器人喷涂的通用化虚拟三维建模与数字化仿真平台，实现不同车型的喷涂仿真与程序自动生成。研究机器人自动喷涂与换色技术，实现多种车型内外表面喷涂共线柔性化生产。研究喷涂质量自动监控系统，实现对喷涂厚度、色度等的控制与检测。开发自主品牌喷涂防爆机器人，实现汽车喷涂柔性化生产，构建汽车喷涂机器人生产线。

**考核指标：**研制汽车行业机器人喷涂柔性系统，开发负载不小于 25kg，自由度不少于 6 的自主品牌中空手腕防爆型喷涂机器人，可支持不少于 4 种车型的并线喷涂作业，可喷涂工件尺寸不小于 14000mm × 2800mm × 4000mm 喷涂；自主品牌机器人应用数量不少于 12 台套；可实现机器人自动喷涂中涂、面漆和清漆，换色时间 ≤ 10s，效率比传统方法提升 1 倍以上。

#### **课题 2：智能焊接机器人系统关键技术研发与应用**

**研究内容：**研究基于图形聚类算法的参数化编程技术，实现

多品种产品的机器人快速编程；研究智能计算机视觉技术，实时识别复杂焊缝形式并精准定位；开发机器人高效焊接装备及工艺方法，提高焊接单元的生产效率和焊缝质量；开发多电弧增材制造装备，实现多向接头等复杂部件的增材制造和焊接；研究焊接云技术，实现生产管理制度的数据智能化管理；研究人机协作的生产线设计与优化，实现焊接智慧工厂。

**考核指标：**研发基于图形聚类算法特征的机器人参数化编程软件，与现有的人工示教焊接机器人装备相比生产效率提高 $\geq 95\%$ ；研发机器视觉的焊缝引导跟踪系统，视觉引导的焊接机器人焊缝跟踪精度不低于0.1毫米；开发高效焊接工艺装备，焊接电源输出电流 $\geq 1000\text{A}$ ，具备大熔深脉冲、双丝共熔池等高效工艺数据库，焊接生产效率提高 $\geq 30\%$ ，焊缝合格率提高 $\geq 20\%$ ；开发多电弧增材制造装备和软件，基于任意空间曲面实现路径规划、轨迹生成、过程监控等功能，增材成型尺寸 $\geq 4\text{m}$ ，力学性能不低于同等成分铸、锻件，变形量 $\leq 0.2\text{mm}/100\text{mm}$ ；实现在建筑钢结构、专用汽车、矿用机械等至少2个行业的典型应用。

### **课题 3：智能物流机器人制造关键技术研究与应用**

**研究内容：**基于嵌入式人工智能 AI 技术的物流机器人核心设备的稳定性和安全性研究；基于物联网 IOT 技术及 5G 通讯技术的物流机器人核心设备的柔性化和智能化研究；基于平台式商业智能 BI 技术及大数据 BD 技术的物流机器人系统的核心优化算

法研究；基于智能算法和 3D 视觉技术，赋能传统工业机器人，实现全自动货到人物料抓取，达到全自动无人拣选作业。

**考核指标：**智能物流机器人各项指标参数达到国内领先水平和局部国际领先水平，在农业、工业、服务业产业、军工、航空航天等领域示范应用。申请国际发明专利3项，软件著作权3项。

## **项目二：工业传感器**

### **课题 1：磁传感器芯片制造关键技术研发**

**研究内容：**研究磁传感器的高性能薄膜沉积工艺，优化敏感薄膜、灵敏度结构及高密度阵列设计；面向高端装备及先进制造应用，突破典型磁传感器芯片的工艺瓶颈，发展器件成套制造工艺，提升优良率。

**考核指标：**磁传感器芯片晶圆成品率  $\geq 60\%$ ；薄膜磁阻率  $> 150\%$ ；传感器灵敏度  $> 50\text{mV/V/Oe}$ ，一致性优于 5%，实现在工业领域的示范应用；申请发明专利不少于 20 项，成套规范或标准 1 项以上。

### **课题 2：工业安全实时监测微型传感器制造关键技术研发**

**研究内容：**研究用于工业安全实时监测的危险气体、粉尘、有毒液体等微型传感器；研究传感器微弱信号采集技术与传感器低功耗互联及通信技术，服务于紧凑型、小型化、智能化传感器微系统。

**考核指标：**微型传感器一氧化碳量程 1-1000 ppm，最小测

量误差  $\pm 4\text{ppm}$ ; 二氧化碳量程 0-5%, 测量误差  $\pm 5\%F.S$ ; 甲烷量程 0-100%, 测量误差  $\pm 0.05\%$  (0-1%); 氧气量程 0-25%, 测量误差  $\pm 3\%F.S$ ; 风速量程 0.05-15m/s, 测量精度优于  $\pm(0.02\text{m/s}+2\%$  真值), 最高灵敏度 0.001m/s; PM2.5 粉尘检测精度优于  $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ , PM10 粉尘检测精度优于  $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; 申请发明专利 10 项以上。

### **课题 3: 精密数控机床传感器制造关键技术研发**

**研究内容:** 研究用于精密数控机床刀具、振动等关键参数在线实时检测的高精度传感器。

**考核指标:** 传感器对刀具磨损的在线探测精度误差小于  $2\mu\text{m}$ ; 对崩刃、断刀的实时检测时间  $\leq 500\text{ms}$ ; 全行程定位和重复精度  $\leq 0.5\mu\text{m}$ ; 机床系统及关键结构振动测量频率范围: 0.5kHz-100kHz, 频率分辨率  $\leq 10\text{Hz}$ ; 在国内高端机床领域进行典型示范应用; 申请发明专利 10 项以上。

### **项目三: 磁悬浮技术应用**

#### **课题 1: 高速磁浮列车系统关键技术研发与装备研发**

**研究内容:** 开展快捷通勤高速磁浮系统关键技术研究, 研制快起快停、快速乘降适用于地面及隧道内运行的快捷通勤高速磁浮列车; 搭建仿真、试验和试制平台, 完善高速磁浮标准体系, 开展超导高速磁浮等关键技术研究。

**考核指标:** 完成快捷通勤高速磁浮列车及其子系统成套工程化方案, 列车最高运营速度 550 km/h, 最高试验速度 600 km/h;



研制 1 列最小编组快捷通勤高速磁浮列车，满足快起快停、快速乘降等市域通勤需求；建成高速磁浮实车级调试试验线，长度不低于 200 米，能开展全系统联调联试。建成涵盖整车、悬浮架、悬浮导向、测速定位、车载供电等试验平台。

### **课题 2：磁悬浮鼓风机制造关键技术研究与应用**

**研究内容：**研究通过传感器感知外部条件及工况，实现对整机的自动预测、感知、分析、推理、决策等功能，智能化调节风机参数，提高鼓风机的多变效率；研究磁悬浮精确控制技术；研究远程控制技术，建立磁悬浮鼓风机云平台，分应用行业建立数据库，实现远程运维；研究高精度三元流叶轮技术。

**考核指标：**精确控制电机变频调速范围 0 转/分-3 万转/分，位置监测频次 15000 次/秒，电机转子轴心最大位移峰值 $\leq 5$  微米，多变效率 $\geq 85\%$ ，工作噪声 $\leq 80$  分贝，平均使用寿命 20 年，节能 30%-40%。

## **（三）新材料**

### **项目一：先进特钢材料**

#### **课题 1：冶金原材料高纯海绵铁制备关键技术研究与应用**

**研究内容：**研究用于生产特钢材料、特种合金制造的高纯海绵铁关键技术和应用，实现特低硫、磷、碳的特钢原材料海绵铁规模化应用。研究富氢还原气体大规模制备技术，还原气从富氢到纯氢的系列化技术和稳定控制技术，研究超高温毫秒级反应器

的开发和关键设备生产。富氢气基移动床反应器开发，实现高转化率低能耗大型化装置的气基反应器的开发和制造，研究超高温原料气的加热技术和制造技术、气体输送和反应物料分布技术等，实现大规模制备技术的国产化，解决我国特钢材料冶金原料绝大多数依靠进口的现状。

**考核指标：**原料甲烷气高温裂解一次转化率 $\geq 90\%$ ，乙炔收率 $\geq 30\%$ ，还原气中氢气 $\geq 60\%$ ，一次还原效率 $\geq 30\%$ ，金属化率 $\geq 90\%$ ，单系列产能 $\geq 50$ 万吨/年。产品实现特低硫、磷、碳。满足下游特种材料制备的基材需要，尤其是高性能海工装备特钢生产、易切易焊高性能冶金材料、超高磁材料等。

## **课题 2：高品质特厚钢板绿色生产与高效制造技术**

**研究内容：**开展特厚钢成分工艺的智慧化设计，多尺度层面定量化表征特厚板宏观性能与微观结构的关系；开发先进的高洁净度低偏析大钢锭及高合金复合连铸坯开坯轧制及热处理技术；研究特厚板的强韧化机理、界面复合机制；分析复合板界面元素扩散及微观组织与轧制温度及压下量的内在关系，明确提升界面剪切力的机理；研究不同微观组织之间的残余应力产生机理与消除机制，构建微区残余应力与宏观残余应力关系模型，开发低残余应力控制技术。

**考核指标：**钢板厚度为 80mm-200mm 的特厚钢板，钢种强度级别达到屈服强度 32、36Kg 级以上，冲击温度要求低于 $-40^{\circ}\text{C}$ ，

韧脆性转变温度低于 $-60^{\circ}\text{C}$ ， $-10^{\circ}\text{C}$ 低温 CTOD  $\geq 0.25\text{mm}$ ，探伤达到 I 级合格水平，示范应用 2000 吨。

### 课题 3：海洋工程用特种钢板制备关键技术研究及应用

**研究内容：**开展 42-56Kg 级超高强度海工钢多元微合金化设计；进行超高强度海工钢洁净化冶炼工艺技术攻关；研究高合金海工钢低偏析均质化、致密无缺陷特厚坯连铸工艺技术；开展超高强度海工钢多阶段控轧控冷及在线/离线热处理组织调控及强韧化机理研究，形成 42-56Kg 级超高强度海工钢板成套生产制造技术；开展应用与评价技术研究。研究海水腐蚀起源与扩展机理，建立钢材耐海水腐蚀的评价技术与规范。开展易焊接高强度海洋工程用钢合金成分设计，研究基于氧化物冶金技术的冶炼和脱氧工艺工业化应用和稳定控制技术；开发大线能量焊接船舶海工用钢板轧制技术；研究正火工艺对钢板的显微组织和性能的影响规律，形成大线能焊接钢板热处理新技术。

**考核指标：**钢板强度级别达到 42-56Kg 级，KV2 ( $-40^{\circ}\text{C}$ )  $\geq 60\text{J}$ ，屈强比  $\leq 0.9$ ，CTOD 值不低于  $0.25\text{mm}/-20^{\circ}\text{C}$ ；示范达到 2000 吨级。耐腐蚀钢板饱和腐蚀电流密度 ( $E = -300\text{mV}$ )  $\leq 5.0-7.0\text{mA}/\text{cm}^2$ ；钢板中腐蚀活性夹杂物密度  $\leq 20-25$  个/ $\text{mm}^2$ ；钢板 $-40^{\circ}\text{C}$ 冲击均值  $\geq 80-100\text{J}$ ；明确腐蚀起源与扩展机理。易焊接高强度海洋工程用钢母材性能满足国标和船级社规范，焊接线能量  $\geq 200\text{kJ}/\text{cm}$ ，焊接热影响区冲击功 KV2 ( $-40^{\circ}\text{C}$ )  $\geq 47\text{J}$ ；形成大线

能量焊接船舶海工用钢板成套生产工艺。

## 项目二：新型炭基材料

### 课题 1：高性能油基、煤基针状焦的制备关键技术研究与应用

**研究内容：**研究与重质渣油、煤焦油组分性质相匹配预处理技术，获得有利于中间相和针状焦生成的组分；研究多种原料组分的耦合调配，按针状焦产品应用领域性能需求不同制备热处理前驱体原料；研究中间相与生焦工艺的优化调整，使针状焦产品质量在性能需求上可控调节；研究多级热处理加工新工艺，使煅后焦质量达到或超过进口高端针状焦的质量水平。

**考核指标：**真密度（质量分数）/（g/cm<sup>3</sup>）≥ 2.13，硫（质量分数）/% ≤ 0.50，氮（质量分数）/% ≤ 0.20，挥发分（质量分数）/% ≤ 0.30，灰分（质量分数）/% ≤ 0.10，干燥基水分（质量分数）/% ≤ 0.10，热膨胀系数（室温 ~ 600℃）（CTE）/（10<sup>-6</sup> / °C）≤ 1.1，振实密度（1mm ~ 2mm）/（g/cm<sup>3</sup>）≥ 0.92。

### 课题 2：高性能石墨材料国产化制备关键技术研究与应用

**研究内容：**研究低碳链烃超临界萃取和多相梯级分离制备高纯度针状焦技术；研究针状焦原料类别、粉碎粒度、“二次焦”及压粉粒度分布以及针状焦与黏结剂配比、致密化处理浸渍工艺和焙烧碳化对石墨产品的各向同性度、纯度、密度、孔隙度和结晶性等性能的影响，开发各向同性高纯度石墨制备技术；研究核

级石墨辐照尺寸变化与微观特性关系及其对材料寿命的影响规律；建立核石墨结构性能科学表征方法体系。

**考核指标：**石墨球直径不小于 59.9mm，表观密度  $1.75 \pm 0.02\text{g/cm}^3$ ，石墨化程度  $\geq 85\%$ ，总灰分  $\leq 100 \mu\text{g/gC}$ ，热膨胀各向异性度  $\leq 1.3$ ，导热系数 ( $1000^\circ\text{C}$ )  $\geq 25\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，磨损速率 (20 个球, 100h)  $\leq 6\text{mg}\cdot\text{球}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ，压碎压力  $\geq 18\text{kN}$ ，腐蚀速率 ( $1000^\circ\text{C}$ , 1%vol.  $\text{H}_2\text{O-He}$ , 10 小时)  $\leq 1.3 \alpha_{\perp}/\alpha_{\parallel}$  (室温~ $400^\circ\text{C}$ ) (平均值) 或 1.5 (单个值)，铀污染率  $\leq 0.6 \times 10^{-6}$ ，硼当量  $\leq 1.6 \times 10^{-6}$ ，锂含量  $\leq 0.05 \times 10^{-6}$ 。

### 课题 3: 航天用超高模量碳纤维的制备关键技术研究与应用

**研究内容：**研究原料渣油净化与改性技术，制备高喹啉可溶物、低灰分、分子量分布范围窄的改性渣油；进行中间相的合成工艺研究，探索体系中以渺位缩合为主进行反应的条件，研究不同形态中间相对碳纤维的性能影响；研究中间相纺丝时的压力、牵伸速率、喷丝板形态对超高模量碳纤维性能的影响；研究后处理过程中使中间相沥青分子向纯碳结构转化时保持高度取向并减少孔洞、裂纹等缺陷的最佳工艺条件；研究温度、张力等对石墨化过程中石墨晶粒大小的影响并探索石墨微晶各尺寸 ( $L_a$ 、 $L_c$ 、 $d_{002}$ ) 与碳纤维性能的相关性；针对超高模量碳纤维特性，研究适用的编织技术，以减少损耗提高效率。

**考核指标：**高性能中间相碳纤维：拉伸模量  $\geq 900\text{GPa}$ ，导热

率  $\geq 800 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，拉伸强度  $\geq 2.60 \text{ GPa}$ ，纤维直径  $10 \sim 11 \mu\text{m}$ ，密度  $\geq 2.15 \text{ g}/\text{cm}^3$ ，膨胀系数  $\leq -1.45 \times 10^{-6}/\text{C}$ ，表面积  $0.35 \sim 0.40 \text{ m}^2/\text{g}$ ，电阻率  $1.2 \sim 1.5 \mu\Omega \cdot \text{m}$ ，连续长度  $\geq 1000 \text{ m}$ 。

高性能中间相碳纤维制备氰酸树脂复合材料：拉伸强度  $1.20 \text{ GPa}$ ，拉伸模量  $\geq 500 \text{ GPa}$ ，导热系数  $\geq 450 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，压缩强度  $\geq 260 \text{ MPa}$ ，压缩模量  $\geq 28 \text{ MPa}$ ，密度  $\geq 1.75 \text{ g}/\text{cm}^3$ ，线膨胀系数  $\leq -1.40 \times 10^{-6}/\text{C}$ 。

### 项目三：电子新材料

#### 课题 1: 12 英寸集成电路用大硅片制备关键技术研究与应用

**研究内容：**研究 12 英寸硅单晶生长技术，表面精密加工技术，边缘加工技术，硅片清洗技术，同质外延生长技术，硅片检测技术等关键技术，实现 12 英寸集成电路用大硅片自主制备。

**考核指标：**研发出 12 英寸硅片，满足 28nm 以下先进制程 12 英寸集成电路应用要求。厚度变化  $\leq 0.7 \mu\text{m}$ ，弯曲  $\leq 30 \mu\text{m}$ ，翘曲  $\leq 25 \mu\text{m}$ ，局部平整度  $\leq 0.05 \mu\text{m}$ ，厚度变化 (GBIR)  $\leq 0.7 \mu\text{m}$ ，边缘曲率  $-60 \sim 15 \text{ nm}/\text{mm}^2 @ 148 \text{ mm}$ ，边缘局部平整度  $\leq 100 \text{ nm}$

(EE2mm)，表面金属污染 Na, Al, Ca, K  $\leq 3.5 \times 10^9 /\text{cm}^2$ ，表面重要金属污染 Fe, C, Cu, Ni, Zn  $\leq 3.5 \times 10^9 /\text{cm}^2$

#### 课题 2: 5G 用氮化铝基板制造关键技术研究与应用

**研究内容：**面向 5G 发展对半导体和散热材料的需求，通过研究高性能氮化铝粉体制备技术，大幅提升氮化铝粉体的纯度、

粒度、烧结性能。研究绿色环保流延浆料体系的设计及配制；氮化铝陶瓷晶格的净化、缺陷的分布控制；氮化铝陶瓷中氧、碳含量的控制；氮化铝陶瓷烧结制度的制定等关键技术。开发出可替代进口的高性能氮化铝粉体及其氮化铝基板。

**考核指标：**高性能氮化铝粉体制备技术，前驱物中铝源、碳源混合分散均匀，反应活性高、反应温度降低约 200 度，单位时间产能提高 1 倍，每公斤能耗降低 60%。氮化铝纯度：99.8%；O 含量：0.9%；比表面积：2.6m<sup>2</sup>/g；粒径 D10：0.67μm；粒径 D50：1.18μm；粒径 D90：1.75μm。达产后年产氮化铝基板 10 万平方。

### **课题 3：宽禁带半导体单晶制备技术研究与应用**

**研究内容：**研究高质量、大口径宽禁带半导体制备技术，研发 SiC、GaN 单晶及外延材料生长和加工等方面突破关键技术，实现具有自主知识产权的核心关键材料的产业化和规模应用，满足 5G 移动通信基站射频器件研制需要。

**考核指标：**突破基于 SiC 的 GaN HEMT 异质结材料生长关键技术，获得高质量 GaN 外延材料；SiC 单晶材料直径 ≥ 200mm 英寸；微管密度 ≤ 5 个/cm<sup>2</sup>；TTV ≤ 30 μm；表面粗糙度 ≤ 1.0nm。SiC 衬底 GaN 基异质结构方块电阻不均匀性 ≤ ± 3%，2DEG 面密度 ≥ 1 × 10<sup>12</sup>cm<sup>-2</sup>，迁移率 ≥ 2000cm<sup>2</sup>/Vs，方块电阻 ≤ 300Ω/cm。突破 GaN 材料生长和加工关键技术，GaN 单晶尺寸达到 4 英寸，位错密度 < 10<sup>6</sup> cm<sup>-2</sup>，获得自支撑、接近无应力的单晶；掌握 4

英寸 GaN 单晶衬底的加工技术，表面粗糙度  $\leq 1\text{nm}$ ，总厚度偏差 (TTV)  $\leq 40\ \mu\text{m}$ ，翘曲度 (BOW)  $\leq 30\ \mu\text{m}$ 。

#### **项目四：战略性新材料**

##### **课题 1：液相混炼橡胶新材料制备关键技术研究与应用**

**研究内容：**研究合成橡胶连续液相混炼技术；突破不同合成橡胶胶液共混时的微观相分散技术，研究高黏度合成橡胶胶液在线精准配比技术；高份数高比表面积白炭黑填料与合成橡胶低温混炼技术；高门尼黏度橡胶材料的脱挥后处理技术，实现不同合成橡胶胶种的性能集成，设计开发出基于不同种类合成橡胶共混的高性能特种橡胶新材料。

**考核指标：**实现黏度相差较大的不同合成橡胶胶液均匀共混的制备生产，建成规模化连续液相混炼工业化生产线。实现高份数、高比表面积白炭黑橡胶材料的工业化制备。解决合成橡胶共混的微观相分散问题，实现了不同合成橡胶胶种的性能集成，设计开发出基于不同种类合成橡胶共混的高性能特种橡胶新材料，产品性能满足 B 轮胎生产要求。

##### **课题 2：无机复合胶凝材料关键技术开发与应用**

**研究内容：**面向基建行业需求，以前沿的无机复合材料为方向，研制具有丰富功能和优异性能的新型微纳米无机复合胶凝材料，为基建行业的提质增效提供材料支撑。

**考核指标：**研发具有早强快硬等特性的高铁轨道结构混凝土



伤损快速修补材料，比表面积  $> 3000 \text{ m}^2/\text{g}$ ，2 小时抗压强度  $> 45\text{MPa}$ ，终凝时间  $< 20\text{min}$ ，28 天收缩率  $< 0.1\%$ ，7 天抗渗等级  $> \text{P25}$ ，材料耐久性较现有材料提升 2 倍以上，满足  $-15^\circ\text{C}$  低温环境使用；研发具有高耐腐蚀、高抗渗等特性的海工设施混凝土伤损快速修补材料，抗氯离子渗透性能较现有国标提升 3 倍以上，抗硫酸盐侵蚀性较现有国标提升 10% 以上，7 天抗渗等级  $> \text{P35}$ ，终凝时间  $< 20\text{min}$ ，抗冻等级 F400；研发具有高流态等特性的混凝土设施加固补强材料，3 小时抗压强度  $> 20\text{MPa}$ ，28 天粘接强度  $> 3\text{MPa}$ ，28 天限制膨胀率  $0-0.02\%$ 。

### **课题 3：特种纤维复合材料制备关键技术研究与应用**

**研究内容：**开展高密度聚乙烯及其复合材料生产应用技术研究，突破高密度聚乙烯材料改性技术，高性能聚乙烯单向拉伸塑料土工格栅产业化技术；开展聚丙烯及其复合材料制备技术研究，突破聚丙烯材料增强抗老化改性技术，聚丙烯长丝纺粘非织造土工布“一步法”生产技术及装备，开展高强耐碱玻璃纤维及其复合材料生产技术研究，突破高强耐碱玻璃纤维生产工艺优化，高强耐碱玻璃纤维复合格栅产业化技术。

**考核指标：**高性能聚乙烯单向拉伸塑料土工格栅产品最大抗拉强度  $\geq 260\text{kN/m}$ ，最大幅宽  $\geq 4\text{m}$ ，标称伸长率  $\leq 10\%$ ；高强聚丙烯 (PP) 长丝纺粘针刺非织造土工布最大抗拉强度  $\geq 85\text{kN/m}$ ，CBR

顶破强力 $\geq 10\text{kN}$ ，耐碱强力保持率 $\geq 90\%$ ，抗紫外线强力保持率 $\geq 80\%$ ；高强耐碱玻璃纤维复合格栅最大抗拉强度 $\geq 800\text{kN/m}$ ，延伸率 $\leq 3\%$ ，耐温范围 $-40^\circ\text{C} \sim 100^\circ\text{C}$ ，耐碱强力保持率 $\geq 80\%$ 。

## 项目五：铝合金材料

### 课题 1：新能源汽车全铝底盘车身制备关键技术研究与应用

**研究内容：**开发新能源汽车全铝底盘平台及全铝车身骨架一体化设计方法；研究车用高强韧高服役6xxx和AlSiMgMn合金“材料-工艺-组织-性能-应用”一体化开发方法；研究高品质铝合金熔体处理与铸锭制备关键技术；开发高强韧高服役6xxx铝合金复杂断面型材高效高精度挤压关键技术；开发高强韧高服役6xxx铝合金短流程锻造关键技术；研究制备大型高致密性铸件的液态模锻成形关键技术；开发高强低变形冷/热高可靠性连接技术；研究再生铝高效除杂质关键技术。

**考核指标：**设计新能源车全铝底盘平台与全铝车身框架，底盘平台通用化率达70%；电解铝水与再生铝水Fe含量分别低于0.05 wt.%和0.15 wt.%，夹杂含量小于 $0.2\text{mm}^2/\text{Kg}$ ，氢含量小于 $0.12\text{ml}/100\text{g}$ ；高强韧高服役6xxx铝合金型材与锻件性能达到屈服强度 $>400\text{MPa}$ 、延伸率 $>10\%$ 、疲劳强度 $>145\text{MPa}$ ，性能波动 $\pm 15\text{Mpa}$ ；高强韧高服役AlSiMgMn合金液态模锻件性能达到屈服强度 $>300\text{MPa}$ 、延伸率 $>8\%$ 、疲劳强度 $>100\text{Mpa}$ ；型材尺寸精度达到直线度 $<1\text{mm}/\text{m}$ ，全长 $<4\text{mm}/\text{m}$ ；液态模锻件尺寸精度 $\geq \text{CT6}$ 级；

铝合金锻件生产工艺较现有工艺节能20%，成本降低20%；液态模锻产线具备 0.05kg ~ 30kg或投影面积 10cm<sup>2</sup> ~ 3000cm<sup>2</sup>承力结构件生产能力；焊口强度不低于母材的70%且焊接后变形小于 0.5mm/m；形成复杂断面型材高效高精度挤压、大型锻件短流程锻造和大型高致密性铸件液态模锻示范产线，实现型材、锻件、铸件零部件各大于5种产品批量生产；形成新能源汽车全铝底盘平台及全铝车身框架生产示范线。

## **课题 2：高功率密度发动机用耐热高强铝合金新材料合作研发与应用**

**研究内容：**研究铝合金耐热相构型与骨架调控技术，大幅提升铝合金耐热性能，开发耐热高强铝合金新材料。研究高质量熔体控制技术，提高铝合金熔体均匀性和纯净度，提升活塞铝合金热疲劳性能。

**考核指标：**超高耐热高强变形铝合金：350℃拉伸强度 ≥ 210MPa，屈服强度 ≥ 190MPa，延伸率 ≥ 4%；室温高周疲劳强度(10<sup>7</sup>) ≥ 120MPa；350℃高周疲劳强度(10<sup>7</sup>) ≥ 70MPa。耐热高强铸造铝合金：250℃拉伸强度 ≥ 250MPa，屈服强度 ≥ 200MPa，延伸率 ≥ 2%；350℃拉伸强度 ≥ 130MPa，屈服强度 ≥ 100MPa，延伸率 ≥ 2%。

### **(四) 新能源**

#### **项目一：燃料电池动力系统及整车**

## **课题 1：模块化大功率电堆制造关键技术及应用**

**研究内容：**针对商用车用大功率高耐久性燃料电池电堆需求，研究高精度膜电极微米涂层制备技术；研究高通量双极板模压成型技术；研究燃料电池多场耦合仿真技术；研究长寿命密封元件和密封槽道的匹配设计技术及大功率燃料电池封装工艺；研究电堆高精度成型与可靠性保障技术；研究电堆自动化装配技术，突破电堆快速活化、气密性和性能在线检测技术，形成电堆批量化制造能力。

**考核指标：**电堆体积比功率密度  $\geq 3.1\text{kW/L}$ ，铂用量  $\leq 0.4\text{g/kW}$ ，电池单体性能  $\geq 0.65\text{V}@2\text{A/cm}^2$ ；在车载工况下实测运行 2000h 后电压下降  $\leq 5\%$ ；无故障运行时间  $\geq 2000\text{h}$ ；单片电压偏差(额定功率)  $\leq 15\text{mV}$ ；材料成本  $\leq 1500$  元/kW（按年产万套计算）；形成电堆年产能  $\geq 2$  万套。

## **课题 2：燃料电池发动机系统集成研发及应用**

**研究内容：**开展燃料电池发动机系统集成技术研究，建立燃料电池发动机的仿真分析模型，结合运行工况实现系统优化匹配；研究运行工况对关键零部件可靠性、耐久性影响的规律，开发大功率燃料电池发动机专用 DC/DC；研究燃料电池控制系统功能安全、软硬件架构及开发流程，开发智能化自主燃料电池发动机专用电控系统；研究电堆状态在线识别技术，开发面向多模块一致性保障、耐久性优化的动态功率平衡控制策略；研究燃料电池低

温启动和电堆内部水状态在线识别技术，开发低温启动多变量动态协调控制策略；研究燃料电池发动机自动化组装工艺，开发自动化生产与检测装备。

**考核指标：**形成系列化燃料电池发动机产品，不少于 3 个功率等级，适配重卡、物流和城市公交车，最大功率  $\geq 120\text{kW}$ ；最低冷启动温度  $\leq -30^\circ\text{C}$ ；防护等级达到 IP67；耐久性  $\geq 20000\text{h}$ （实车运行超过 2000 小时，根据实车数据推算）；平均无故障运行时间  $\geq 1000$  小时或平均无故障里程  $\geq 1$  万公里；材料成本  $\leq 3500$  元/kW（按年产万套计算）；形成燃料电池发动机年产能  $\geq 2$  万台。

### **课题 3：燃料电池商用车集成技术研究及应用**

**研究内容：**研究燃料电池动力系统及部件仿真技术，建立动力系统和部件数学模型和仿真技术平台；研究燃料电池动力系统集成与整车匹配技术；研究燃料电池动力系统及整车热管理技术，满足不同使用环境需求；研究燃料电池发动机与动力电池的能量耦合技术及协调控制技术；研究燃料电池整车故障诊断及氢安全技术；研究燃料电池商用车耐久性提升技术；建立燃料电池商用车耐久性评测标准；探索和实践燃料电池商用车的新型运营模式；实现燃料电池公交车、物流车、重卡的市场规模化运营。

**考核指标：**动力系统寿命  $\geq 20000\text{h}$ ；整车动力性（0-50km 加速） $\leq 20\text{s}$ 。经济性：6x4 燃料电池重卡  $\leq 9\text{kg}/100\text{km}$ ；7.5t 燃料电池物流车  $\leq 2.5\text{kg}/100\text{km}$ ；12m 燃料电池公交车  $\leq 6\text{kg}/100\text{km}$ 。

续驶里程：燃料电池重卡 $\geq 600\text{km}$ ；燃料电池物流车 $\geq 500\text{km}$ ；燃料电池公交车 $\geq 400\text{km}$ 。整车公告不少于 10 个。

## 项目二：氢能技术

### 课题 1：工业副产氢能利用与纯化技术研究与应用

**研究内容：**研究煤碳、石油、氯碱等工业副产氢气的综合利用技术；研究高纯氢气提纯工艺技术，开展副产氢气中硫、氯、一氧化碳等杂质的去除方法和检测技术；研究高密度储氢材料；建设工业副产氢气资源化、纯化和储氢示范装置。

**考核指标：**建设处理能力不低于  $600\text{Nm}^3/\text{h}$  氢气纯化和储氢工业示范装置；纯化指标达到氢气纯度 $\geq 99.999\%$ ，符合燃料电池用氢指标；建立储氢密度不低于 5wt.% 的固体储氢体系。

### 课题 2：氢燃料电池质子交换膜制备技术研究与应用

**研究内容：**研究高纯全氟乙基磺酰氟乙烯基醚及其前驱体、中间体的制备与工程化技术；分子链结构可控的全氟质子聚合物合成及工程化技术；高纯全氟质子聚合物单分散溶液制备技术；全氟质子膜增强材料与增强技术。

**考核指标：**质子膜全氟质子聚合物  $\text{IEC} \geq 1.3\text{mmol/g}$ ；成膜聚合物分子量 $\geq 35$  万；厚度 $\leq 18\mu\text{m}$ ，偏差 $\leq \pm 5\%$ （采样面积 $\geq 300\text{cm}^2$ ）。离子电导率 $\geq 0.1\text{S/cm}$ （ $95^\circ\text{C}$ ，60RH%）， $0.04\text{S/cm}$ （ $120^\circ\text{C}$ ，30RH%）；电子电阻率 $>1000\Omega\text{cm}^2$ ；渗氢电流： $\leq 2\text{mA/cm}^2$ ；允许最高运行温度 $\geq 100^\circ\text{C}$ 。质子膜拉伸强度 $\geq 45\text{MPa}$ ；纵横向溶胀率 $\leq 3\%$ ；化学机械混合耐久性 $\geq 20000$  次循环；OCV 测试氟离子释

放率  $\leq 0.7 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{h}$ ; 循环 OCV 次数  $\geq 90$ 。

### 课题 3: 加氢核心设备研制

**研究内容:** 开展高可靠加氢枪、容器容量精确计量装置、高精度流量计、70MPa 加氢机等加氢核心设备的研究与开发。

**考核指标:** 加氢流量大于等于  $7\text{kg}/\text{min}$ ; 测量范围 300-4000mm, 测量精度不大于  $\pm 2\text{mm}$  的容器容量精确计量装置; 氢气流量计量精度不大于  $\pm 0.5\%$ , 氢气计量精度不大于  $\pm 1\%$ ; 加氢机关键部件耐压不低于 90MPa; 加注压力 70MPa, 加氢精度不低于  $\pm 1\%$ ; 加氢密封件及密封材料连续无故障性能测试不少于 500 小时。

## 项目三: 电池技术

### 课题 1: 全固态锂电池合作研发与应用

**研究内容:** 通过固态电池电极和电解质关键材料的理论预测、设计和优化, 研究复合电解质界面构效关系、电极界面稳定性和失效机理、电化学特性调控机制, 优化关键部件宏量制备及性能调控技术, 突破固态锂电池关键部件和器件制备关键技术, 研制高能量密度、高安全性固态锂电池。

**考核指标:** 固态电解质材料室温离子电导率  $\geq 5 \times 10^{-3} \text{ S}/\text{cm}$ 。正极材料克容量  $\geq 600\text{mAh}/\text{g}$  (0.2C 倍率室温), 首效  $\geq 90\%$ , 循环 1500 次阻抗增加  $\leq 15\%$ , 容量衰减  $\leq 15\%$ 。电池单体能量密度  $\geq 400\text{Wh}/\text{kg}$ , 循环寿命 3000 次以上。提供 1kWh 以上原型电池包,

满足国家安全标准，实现示范化应用。

## **（五）医养健康**

### **项目一：重大新药创制**

#### **课题 1：具有重大前景的 I 类创新药研发**

**研究内容：**重点围绕肿瘤、心血管、肝肾等重大疾病领域，支持一批具有自主知识产权、市场前景好，已进入 II 期临床试验后期且有望冲击 1 类新药（疫苗）的项目研发，加速推进基于新靶标、新作用机制等的创新药物关键技术与临床研究。

**考核指标：**2-3 个新药（疫苗）取得 1 类新药证书和生产批件。

#### **课题 2：抗病毒中药新药研发**

**研究内容：**开展针对新冠等高危易传染性呼吸道病毒的中药成分筛选研究，开展中医经典名方的抗病毒中药新药临床前研究，建立相关病证模型、开展工艺优化及质量标准评价、药效作用机制和毒理等研究。

**考核指标：**突破抗病毒中药新药研发关键技术，完成中药新药临床前研究并获得药品注册申请受理通知书 2-3 件；获得国家发明专利 1-2 项，获得 1-2 项中药新药临床试验许可。

#### **课题 3：“蓝色药库”海洋创新药物研发**

**研究内容：**针对海洋先导化合物药源、靶标确证和成药性问题，通过智能超算药物发现技术体系和人工智能技术，结合高通



量筛选系统、先导化合物智能优化技术、药物多组学研究和药物大数据知识图谱，构建形成海洋创新药物开发技术体系；开展海洋候选药物：基于 CD13 靶点的抗癌药物和基于 LXR 选择性激动剂的抗癌药物的系统临床前研究。

**考核指标：**建立不少于 1000 个重要药物靶点精准结构数据库，获得 10-20 种有商业开发价值的靶点；建立 5-8 条抗肿瘤、抗炎症、抗病毒靶点的高通量筛选系统，建立包含 50 种细胞水平活性明确的海洋天然产物和不少于 50 种海洋天然产物衍生物的高价值海洋天然产物实体库；完成 2 个海洋候选药物的临床前药效、药理、药代和安全性评价研究，获得 1-2 个申请临床准入。

**申报说明：**采用首席专家组阁制组织申报

#### **课题 4：药物结晶与晶型控制共性关键技术研究与应用**

**研究内容：**以抗肿瘤/心血管药物为立足点，开展药物结晶过程和晶型控制研究及结晶工艺开发与产业化共性关键技术研发，实现药物新晶型快速、高效制备，构建介稳晶型的精准产业化制备技术，实现已知晶型的稳定规模产业化，提高过程工艺开发的精度与效率。

**考核指标：**在药物晶型筛选制备、定量分析以及产业化应用等方面构建具有自主知识产权的核心技术体系，申请专利 20 项，实施 5 个产品产业化共性关键技术的创新与产品质量提升，完成 3 个新产品的创制和 2 个产品的美国 ANDA 申请，整体技术处于

国际领先水平。

## 项目二：高端医疗器械

### 课题 1：高端医学影像装备研发与应用

**研究内容：**进行彩色超声医疗设备及其人工智能医学影像平台关键技术研究，开展彩超设备关键核心元件（FPGA）国产化替代研究，建设符合 AI 训练需求的超声影像数据平台、远程超声会诊平台及超声设备关键部件、人工智能应用可靠性验证平台；研制高场超导磁共振成像系统整机装备，自主研发高场强、高均匀度、高稳定度的超导磁体，高梯度场、高切换率的梯度线圈，高信噪比、高均匀度的射频线圈，自主创新的先进成像技术和人工智能技术；开展位置灵敏型硅探测器和匹配的 CMOS 像素型读出 ASIC 的研制与研究，实现 3D 彩色 X 射线成像仪核心技术硅像素探测器、单片像素型低噪声高速读出 ASIC 研制技术及系统集成等关键技术，制备高速 3D 彩色 X 射线成像仪。

**考核指标：**在行业内首次验证国产 FPGA 等超声核心元器件，超声线阵图像在 30mm 深度，横向分辨率  $\leq 0.5\text{mm}$ ，轴向分辨率  $\leq 0.25\text{mm}$ ，测量距离误差  $\leq 2\%$ ；自主完成彩色超声诊断仪生产线建设，具备 2000 台套年生产能力，实现国产化。高场超导磁共振成像系统超导磁体中心场强 3.0T，磁场均匀性  $< 1\text{ppm}$ ，稳定度  $< 0.05\text{ppm/h}$ ，取得三类医疗器械的产品注册证和生产许可证。高速 3D 彩色 X 射线成像仪硅像素探测器 SPD 灵敏区厚度：500  $\mu$

m-2mm，像元尺寸  $70\ \mu\text{m} \times 70\ \mu\text{m}$ ，能量范围 4-70keV，能量分辨率优于 FWHM  $500\text{eV}@8.9\text{keV}$ 。

## **课题 2：医用材料关键技术研究与应用**

**研究内容：**采用医用高分子多功能化表面修饰技术，通过将季铵盐抗菌基因接至高分子骨架，研究开发可吸收抗菌医用高分子材料，实现技术和应用的突破；开展医用聚乳酸材料的关键技术及在可吸收骨科植入物中的应用研究，对基于聚乳酸基可吸收医用材料进行功能化与高性能化改性，制成不同用途的骨科内固定材料，研制骨质均匀、高质量修复效果的活性骨修复材料。

**考核指标：**获得止血抗菌双重效果的可吸收抗菌医用高分子材料；替代异体骨和自体骨修复，填补国内兼具骨引导和骨诱导双重可吸收生物活性骨诱导材料的空白，取得国家三类医疗器械证书。

## **课题 3：紧凑型小型化质子治疗设备研发**

**研究内容：**开展肿瘤靶区射线剂量精确度调控技术研究，提高肿瘤局部控制率；开展质子加速技术研究，自主研发设计和生产制造紧凑型同步型质子加速器，研究提供  $70\text{MeV}^-330\text{MeV}$  的瞬时可变能量质子束流技术，实现低束流损失和高束流引出，无需二次能量选择系统调整；研制支持 CBCT 等各种图像引导方式的治疗控制系统、Fidelity™ 笔形束扫描系统。

**考核指标：**小型化紧凑型同步加速器外径 $<4.88\text{m}$ ，能量范围

70 至 330 MeV; 等中心能量层扫描靶区质子束光斑尺寸 3mm-6mm  
○ 快速能量切换时间<1 秒; 支持 3D 成像, 实现可视化质子治疗。

## **(六) 生物技术与生物制造**

### **项目一: 生物合成技术**

#### **课题 1: 合成生物学工程化关键技术研发与应用**

**研究内容:** 开展微生物筛选与改造等生物合成关键共性技术研究, 开发基因组编辑技术, 酶进化改造技术, 先进代谢工程技术, 功能糖、微生物多糖、高纯度岩藻糖生物转化技术, 研发绿色生物制造先进技术及工艺路线, 构建绿色合成生物学工程化生产模式并应用示范, 建立微生物菌剂工业化生产技术、工艺及标准体系, 实现新型微生物菌剂产品的规模化生产。

**考核指标:** 建立一种微生物基因编辑技术并应用开发 5 种以上微生物天然产物或 2 种以上具有新功能微生物菌种; 完成不少于 4 种复合微生物菌剂配方的设计与模型构建, 开发新型微生物发酵产品不少于 5 个; 建设 2 个生物产品的应用示范, 技术指标优于传统行业 30%以上。

#### **课题 2: 生物基化学品细胞工厂构建与应用**

**研究内容:** 面向我省传统化工产业转型升级和高端化工产业发展需求, 通过基因编辑重排、代谢进化等技术优化细胞工厂, 开展多种重大化工产品人工合成生物的理性设计、定向合成与系

统构建等关键技术的创新性研究，以生物基材料、生物基绿色化学品炼制、石油基化学品原料替代和农产品新型生物转化关键技术突破和应用示范为目标，构建高端化工产品生物制造人工细胞工厂。

**考核指标：**完成不少于 10 种有机化学品的合成途径重构设计，设计并构建 3—5 个重要化学品的高效工程菌株，经济技术指标优于目前化学工艺，形成系统化绿色生物制造工艺包，实现百吨级优质人工细胞工厂工程化应用示范。

## **项目二：食品工程与食品安全**

### **课题 1：植物蛋白制备技术及新型装备研制**

**研究内容：**利用豌豆蛋白、大豆蛋白、微藻蛋白等植物基蛋白，通过生物酶重组技术，分析不同来源植物蛋白的质构与组分，筛选原有特征关键因子，研发制备健康型植物基蛋白肉；研制新型生产装备，实现全营养植物基蛋白肉生产；开展植物基蛋白肉产品标准、分析检测及风险评价体系研究，创建植物基蛋白肉商业化生产模式。

**考核指标：**研发 5 种以上植物基蛋白肉新产品，转化投产 3 种；研制新型植物基蛋白制造装备 1 台（套），建设植物基蛋白肉示范生产线 1 条，集成行业领先的生产技术体系，编制植物基蛋白肉标准；申请发明专利 5 项。

### **课题 2：食源性致病微生物等有害物质快速检测与装备研发**

**研究内容:** 针对影响和危害食品安全的重要因素, 围绕食源性致病微生物、化学致癌物、重金属、抗生素和合成抗菌药物、生物毒素等有害物质, 加强从种植到原辅料、加工过程、物流、检验检测等方向的关键技术研究, 加快研发快速检测和非定向筛查技术及产品, 提升食品安全快速检测试剂和检验检测设备国产化率。

**考核指标:** 研究 3 至 5 种致病菌在食品加工过程中的产生因素, 建立 10 余项食品中重要化学污染物高效识别技术, 检测时间比目前常规方法节约 50% 以上, 相关技术和配套试剂在不少于 10 家单位进行验证性评价应用。

### **(七) 现代海洋**

**项目一: 海上卫星发射与回收(略)**

**项目二: 海上城市综合体建设关键技术集成应用示范**

**课题 1: 海上透水结构体设计技术研究**

**研究内容:** 基于水弹性方法的综合体水动力和结构响应设计分析技术, 复杂多体系统各模块之间连接器设计与强度分析, 研究不同类型海上综合体在不同海洋环境下的动力响应特征; 开展结构轻量化设计和绿色制造技术、近海环境钢结构材料腐蚀与结构疲劳强度分析技术、海上综合体数字化设计和海上综合体安全性智能化监测与预警技术研究; 基于人机工程学和舒适性的透水

结构物舱室振动与环境噪声等级防护设计技术、透水结构物模块化智能舱室单元设计技术、海上城市综合体总体设计技术研究。

**考核指标：**完成 3 型海上透水结构功能模块设计，开发一套能够综合考虑浮体水弹性影响的浅水系泊系统静动态优化设计分析方法和分析软件，与实验对比误差不大于 25%。建立透水结构水动力数值模拟方法，开发相应的计算软件，运动与载荷预报结果与模型试验结果比较误差不大于 20%；开发海上综合体安全监测预警系统，监测信号通道数量大于 100。制定海上城市综合体透水结构物总体设计标准 1 项。

## **课题 2：生态养殖智能化关键技术及装备研制**

**研究内容：**开展深远海的生态养殖智能化技术、鱼群状态智能感知传感器和系统、机器人水下悬停定位、水下机器人故障自主诊断技术等研究；开展网衣完整性检测水下机器人、箱底清污除害机器人、水质/空气环境智能监测系统、分布式实时水下图像智能监测系统、养殖人员三维定位系统等的研发与制备技术研究，打造具有自主知识产权的深远海的生态养殖智能化技术与装备体系。

**考核指标：**网衣完整性检测水下机器人具备高亢海流扰动能力，3 节海流中可悬停定位，亚米级定位精度；箱底清污除害机器人抗流能力 3 节，实现水下亚米级定位精度，网箱内 1080P 视频与岸基监控中心之间无线传输距离不小于 70Km、下行传输带

宽不低于 100Mbps，上行传输带宽不低于 50Mbps，设计作业水深不小于 200m；智能水下图像监测系统综合图像处理速度超过 30 帧/秒，典型养殖产品识别准确率 80%以上；养殖人员三维定位系统定位精度小于 5 厘米。

### **课题 3：智能化运维技术及平台研发**

**研究内容：**围绕海上城市全要素数字化与虚拟化、全状态实时化与可视化、全过程管理协同化与智能化目标，开展海上城市数字孪生关键技术研究、海上城市信息一体化感知监测技术平台研发、海上城市智能专网研究、海上城市智能数据中台研究，构建海上城市综合体智能化运维综合管理体系，研发海上城市智能化运维平台研发并开展工程应用。

**考核指标：**开发海上城市智能化运维管理软硬件平台 1 套；建立 1 套海洋牧场数字化平台，不少于 10 台典型装备的群体作业管控，满足协同作业要求；开发海上 5G 多模通信关键智能通信装备，支持海上多继通信组网，具有在海上城市无卫星覆盖条件下通信能力；提供海上城市风险分析数据库，支持 PB 级海上城市大数据管理能力，目标定位精度  $\leq 1\text{m}$ ，目标异常行为告警准确率  $\geq 80\%$ 。

### **项目三：海洋油气资源高端装备**

#### **课题 1：海洋矿产资源探测关键技术及设备**

**研究内容：**开展高精度大深度水下光谱成像技术研究，在海



底高光谱成像相关的海洋水体光学特性、专用光源和探测部件、系统集成及海洋探测应用验证等方面开展系统研究，研制可搭载多种水下平台的系列化水下高光谱成像仪；开展海洋油气矿产资源可控源电磁立体勘探技术研究，研制大功率拖曳式海洋可控源电流发射系统和高效能发射天线等关键设备。

**考核指标：**研制成像速度不小于 20Hz、空间像素  $1024 \times 1024$ 、光谱分辨率 2 - 5 nm、工作深度不小于 6000 米的水下高光谱成像仪 1 台，并进行海试；研发最大发射电流 1500 安培，最大工作水深 2000 米大功率海洋可控源电磁发射系统 1 套。

## **课题 2：海洋水下井口采油树系统关键技术攻关及全寿命周期监测技术研究与应用**

**研究内容：**突破水下井口、水下采油树、水下控制系统、高压密封技术、下放工具等关键技术，解决进口设备卡脖子技术问题，完成实验室综合测试、工厂测试、SIT 模拟海况试验和海试，形成具有自主知识产权，国际领先水平的水下井口和采油树系统；开展基于无限水体的深海油气开采全寿命周期动态监测“天眼”系统研究，研发高性能光纤传感器及远程加密转换反馈系统，提高工程结构服役寿命，实现深海油气绿色、生态开发。

**考核指标：**完成浅水用卧式采油树总体设计，工作压力不低于 10000psi，设计使用年限不低于 20 年，完成系统的 100m 水深实验和海试，实现年产 40 台套海洋水下生产系统制造基地，

形成一套具有自主知识产权的适用于渤海油气田开发的低成本水下生产系；建立三维辐射性深海油气开采全寿命周期动态可视化监测预警系统研究，搭载>5台高性能工作站，并行运行，无线远程加密传输距离海试>100KM。

### **课题 3: 海洋油气设施装卸船建造与示范应用**

**研究内容:** 开展海上超大型起重船关键结构设计优化研究、海上超大型起重船数字化仿真技术研究、海上超大型起重船作业控制及可靠性技术研究，实现高精度建造及全船标准化调试，制定相应的安全环保风险应急处理措施，形成适用于双船起重的海上起重作业标准体系。

**考核指标:** 单船作业最大起重能力 $\geq 5000$ 吨，双船联合作业最大整体起重能力 $\geq 25000$ 吨，定位方式 DP3，作业环境温度 $-20\sim 40^{\circ}$ ，可适应全球主要油田海域，设备国产化率不低于50%。

### **项目四: 海洋环境监测与保护**

**课题 1: 渤海生态环境中纳米材料的安全评价技术与装备研究**

**研究内容:** 开展渤海生态环境中人工纳米材料 (ENMs) 的生态环境安全全容量评估技术研究，建立药敏试验模式的 ENMs 剂量效应检测方法，以细菌和微藻作为海洋生态环境健康状况指示物，研究渤海自然海水和沉积物中金属、金属氧化物和碳基 ENMs 对生态环境健康安全的影响，解决海洋环境介质中 ENMs 与微生

物相互作用测定的“卡脖子”问题，探索 ENMs 在自然环境中的剂量效应和安全阈值，构建 ENMs 在渤海和黄河口生态环境中安全容量的评价模型。

**考核指标：**获得渤海和黄河口环境介质中纳米金、纳米银、纳米氧化银、纳米氧化铁、纳米二氧化钛、纳米氧化锌、碳纳米管和石墨烯对革兰氏阳性细菌、革兰氏阴性细菌及硅藻的抑制/杀灭安全阈值，构建出海洋和河口生态环境安全容量评价模型各 1 套，形成 32 通道电子微生物生长传感器生产线 1 条，生产工艺 1 套，获得授权发明专利 2 项并转化。

## **课题 2：海空天一体化海洋观测技术与智能装备研发**

**研究内容：**以海洋信息获取为目标，面向海洋无人系统平台、海洋通信与组网、海洋数据处理及应用等领域开展研究，将新型传感器、智能芯片等系统跨域协同技术与海洋科技融合创新，突破海洋传感器低功耗设计、自主无人观测平台控制、异构网络组网、海洋数据深度学习及处理等关键技术，构建集海洋信息获取、传输、处理、应用服务、试验测试为一体的共用技术研发体系。

**考核指标：**突破光纤组合导航无人定位导航技术，实现多无人平台通用的定位导航，光纤组合导航 GNSS 水平定位精度 (SBAS) 高于 0.6m，水平定位精度 (RTK) 高于 0.01m；通信网关耐压深度不小于 40 米，单节点持续工作时间不小于 4 小时；水面信道综合数据通信速率不小于 4.8kbps，误码率不大于  $10^{-3}$ ；研制 1

套基础数据汇聚与开发海洋大数据平台的工具，提供海洋大数据公共服务、数据请求 API 不少于 50 个。

### **课题 3: 海洋与地质灾害监测预警技术及装备研究与应用**

**研究内容:** 围绕崩塌滑坡、岛岸侵蚀、海水入侵等主要海岛灾害，开发预警监测、远程传输关键技术和地质灾害远程监测系统。开展多重人类活动对岛礁生态系统关键过程协同影响评估、生态修复及适应性管理关键技术研究，研发岛礁及邻近海域生态系统关键参数自动化在线监测系统。

**考核指标:** 开发长岛地质灾害远程监测系统 1 套，建立山东典型岛礁及邻近海域环境、生物多样性和生物资源本底数据库，研发山东岛礁及邻近海域生态系统关键参数自动化在线监测系统 1 套，构建海岛生态文明动态管理决策支持系统 1 套。

## **(八) 现代高效农业**

### **项目一: 优质小麦品种选育与提质增效**

**课题 1: 优质强筋小麦绿色高效生产加工关键技术研究与应用**

**研究内容:** 结合理化特性分析、标记检测和多年多点鉴定筛选耐寒、抗冻、耐后期高温及综合农艺性状优良的强筋种质；以品质性状的改良为主，兼顾产量和抗病抗逆性状的改良，创制品质性状突出、综合性状优良的优异育种材料，培育品质性状协调、优质又高产、强筋小麦新品种；构建现代生物技术与常规育种技

术相融合的高效育种技术体系。研究优质强筋小麦群体结构和功能与光温水肥资源的匹配原理调控机制及品种-环境-措施互作关系，提出实现优质强筋小麦光温水肥资源高效利用、轻简化绿色可持续生产的调控途径；通过农机农艺融合、水肥合理运筹等措施整合提升，集成不同区域优质强筋小麦绿色高效生产标准化栽培技术规程或技术标准。研发优质强筋小麦种子生产加工技术，构建以“科研单位+龙头企业+种粮大户+加工企业”为核心的优质强筋小麦一二三产业相融合提质增效生产模式，推进优质强筋小麦的区域化、标准化、规模化生产；创新技术研发、技术培训、技术推广、技术服务体系，形成跨界联动的技术示范推广和服务模式。

**考核指标：**创制品质突出、农艺性状优良的新种质 5-10 份，蛋白质含量(干基) $\geq 16\%$ 、湿面筋含量 $\geq 35\%$ ，稳定时间 $\geq 20\text{min}$ 、拉伸能量 $\geq 160\text{cm}^2$ ；筛选培育蛋白质含量(干基) $\geq 14\%$ 、湿面筋含量 $\geq 30\%$ 、稳定时间 $\geq 20\text{min}$ 、产量潜力 650 公斤/亩以上的超强筋小麦品种 2~3 个；建立标准化、规模化的小麦基因型和表型鉴定平台及网络化的分子育种信息云平台，实现优质强筋小麦育种大数据共享。集成配套我省不同生态区优质强筋小麦提绿色高效生产关键技术 2~3 套，良种良法配套，累计推广示范面积 100 万亩；水肥利用效率分别提高 10%以上，光热资源利用效率提高 15%，生产效率提升 20%；实现节本增效 100 元/亩。研制优质强筋小麦的高端产品 2~3 个，品质指标达到国标规定的优

质专用粉的标准；在胶东、鲁中、鲁北等麦区带动建立优质强筋小麦生产基地 100 万亩；提高新型职业农民种植效益 10%以上及核心示范区种植效益 15%以上；建立一支跨界联动的技术示范推广和服务团队；实现年收购优质强筋小麦 50 万吨以上。

## **课题 2：小麦产业绿色生产技术研究与应用**

**研究内容：**明确抗赤霉病基因编码蛋白的三维结构、酶活反应中心关键氨基酸和最优蛋白表达体系，利用基因工程研发出多代高活性、高热稳定性、反应条件广适、广谱的解毒蛋白。联合我省优势企业，结合物理吸附等多种方法，研发基于抗赤霉病基因的解毒酶制剂产品，评估其在 DON、T2、HT-2、NIV 等单端孢霉烯族毒素的解毒效率。研发抗赤霉病基因解毒酶在小麦深加工过程中应用的工艺流程，完成中间和规模化试验与价值评估。结合抗赤霉病基因解毒酶在粮食生产加工环节的实施应用，从作物种植到生产加工，建立免呕吐毒素小麦绿色产业的全链条技术体系，打造样板示范。

**考核指标：**完成抗赤霉病基因及其关键突变体的蛋白结晶体 1-5 个，完成其活性中心解析；通过基因工程获得高活性、高热稳定性、反应条件广适、广谱的解毒酶 4~6 个；研发出基于抗赤霉病基因的解毒酶制剂 3~5 款；建立抗赤霉病基因的解毒酶在小麦深加工过程中脱毒的工艺流程，在中间试验和规模化试验中实现呕吐毒素清除率 60%-90%；创建免呕吐毒素小麦绿色产业

的全链条技术体系 1 套。

## 项目二：动植物病害防治

### 课题 1：重大迁飞性害虫自动识别和精准监测关键技术研究与应用示范

**研究内容：**农业重大迁飞性害虫的雷达观测信息实时自动化提取技术研发；害虫空中迁飞参数精准测定技术研发；雷达自动识别害虫种类技术研发；重大迁飞性害虫雷达精准监测系统开发与示范。

**考核指标：**开发重大迁飞性害虫雷达信息自动化提取系统 1 套，构建高分辨雷达信息数据库 1 个；研发害虫空中迁飞参数精准测定技术 1 套，构建重大迁飞性害虫生物学数据库 1 个；研发重大迁飞性害虫雷达自动识别技术 1 套，重大迁飞性害虫自动识别精度达 90%以上；开发重大迁飞性害虫雷达精准监测系统 1 套；申报专利 5 项以上；建立重大迁飞性害虫雷达精准监测技术示范基地 2 个，实时监测效率提高 80%以上，重大迁飞性害虫监测准确率 90%以上。

### 课题 2：非洲猪瘟防控关键技术研究与应用

**研究内容：**研究非洲猪瘟病毒分子特性和变异动态；制备高效价单克隆抗体，研制 ELISA 检测试剂盒，筛选获得具有免疫增强效果和抗病毒效果的中药提取物和中药组方；开展消毒灭源、引种、隔离、无害化处理、监测、风险评估等技术集成创新，研

制规模化养殖猪场环境生物安全控制关键技术和非洲猪瘟恢复生产技术体系标准；研制远程体温监测预警和病原精准鉴别诊断技术设备，构建监测预警预报技术体系和不同病种的检测预警模型，集成研制规模化养殖猪场生物安全智能化控制系统，并应用示范。

**考核指标：**鉴定非洲猪瘟病毒功能蛋白 3-5 种，掌握非洲猪瘟病毒变异动态，获得高效价的单克隆抗体杂交瘤细胞株 2-3 株，研制 ELISA 检测试剂盒 1-2 种、抗病毒中药组方 2-3 个，获得新兽药证书 2-3 项；研发检疫净化、隔离淘汰等种猪场核心净化技术 3-5 项和远程体温监测预警和病原精准鉴别诊断技术设备 3-4 项，建立非洲猪瘟恢复生产技术体系标准，开发适合不同养殖规模猪场生物安全防控体系 3 套，建立不同养殖规模示范猪场 2-3 个。

### **项目三：智慧农机**

#### **课题 1：大型拖拉机液压 CVT 智能无级变速器研发**

**研究内容：**研究大型拖拉机液压 CVT 传动系及其智能控制技术，研发大型拖拉机 CVT 传动系统；研究液压 CVT 高效动力传递、传动单元与系统智能化控制及整机高效匹配及检测技术；开发具有负载自适应控制、节能高效的多区段无级变速系统，并在拖拉机上验证。

**考核指标：**自主开发 220-300 马力智能控制的液压 CVT 单元



及 4-5 区段双行星汇流传动系，无级变速变速比  $\geq 4$ ，等效总传动比  $>48$ ，变速范围 0-50km/h；采用总线控制技术智能控制系统；输入扭矩（储备） $\geq 640\text{N} \cdot \text{m}$ 。制定标准不少于 2 项。

### **课题 2：水肥一体化智能灌溉系统终端滴头研发**

**研究内容：**针对智能灌溉与水肥一体化系统的终端滴头易堵塞、压力不均、材料难以回收利用等问题，研究热塑性高弹体新材料，突破多种材料一体化成型新技术，优化激光焊接智能加工新工艺，研制环保型一体成形扁平式、宽流道圆柱式、管上纽扣式、抗堵地埋式、抗堵偏重式等压力补偿滴头，全面提升终端零部件的技术水平。

**考核指标：**研制环保型一体成形扁平式、宽流道圆柱式、管上纽扣式、抗堵地埋式、抗堵偏重式等 5 种压力补偿滴头，滴水孔平均流量相对额定流量的偏差率  $\pm 5\%$ ，流量变异系数不大于  $\pm 5\%$ ；堵塞率降低 10%以上，灌水均匀度提高 20%以上，延长滴灌管路铺设长度 50%以上，制定标准 3-5 项，主要成果现实产业化。

### **项目四：绿色生态农业**

#### **课题 1：新型绿色农业投入品研发与示范**

**研究内容：**研究粮田、菜田、果园三种典型种植模式下耕地土壤质量状况，明确影响农产品产量和品质的主导土壤问题，研发削减土壤次生盐渍化、酸化障碍的土壤改良剂和微生物制剂产品。针对山东省农业主要病虫害绿色防控需求，挖掘具有杀虫、

杀菌、除草等功能的生防微生物资源和植物或微生物源代谢产物，建立生物农药资源库，研发生物农药新剂型和配套综合防治新技术。研发聚乙烯改性新型绿色降解地膜，替代普通聚乙烯地膜；研发土壤残膜绿色安全降解制剂，实现土壤原有残膜的有效快速降解，建立典型作物应用示范区。

**考核指标：**研制改善土壤质量的土壤改良剂和微生物菌剂产品 2 个，研发土壤质量综合提升技术 3 套，主要技术形成自主知识产权，示范应用面积 1000 亩以上，土壤质量明显改善，肥料利用效率提高 10%以上。筛选具有生物农药功效的微生物菌株 2~3 株，分离活性产物 1~2 个，研发微生物源杀虫、杀菌及除草功能相关产品 1~2 种，申请发明专利 3~5 件，新型生物农药及相关技术示范推广 1 万亩。开发聚乙烯改性新型绿色降解地膜 5 种以上、土壤残膜降解制剂 3 种以上，建立 1000 亩应用示范区 3 个，土壤残膜含量较对照地块降低 50%以上。

## **课题 2：盐碱地现代农业综合解决方案及关键技术集成示范**

**研究内容：**研究基于无线传感的水、土、气、生多因素定位观测技术，构建区域盐碱地原位长期观测网络；综合利用卫星遥感、无人机、物联网、云计算等现代信息技术和设施设备，集成研发智能感知、诊断和决策系统；集成研发盐碱地土壤污染与生态修复技术，微咸水、二河水等水资源高效利用技术，农产品风

险因子防控技术，生物可降解农膜制备技术、昆虫性信息素防治技术；利用多维农业传感器，窄带物联网、空天地一体化网络，研发全程智能的无人化作业技术；以智能农机为载体，以数字化智能化服务为核心，以农机农艺结合为基础，建立“土壤生态健康—绿色投入品—智能化管理—质量安全管控与溯源”等全生命周期的专业化标准化服务模式，形成盐碱地农业综合系统解决方案。

**考核指标：**建立覆盖黄河三角洲盐碱地农业环境科研全过程的监测网络系统 1 套，综合信息数据库 1 个；开发全生育期人工智能管理决策系统 1 套；研发病虫害自动化识别与防控系统 1 套；形成盐碱地土壤污染与复合障碍阻控与生态修复、园艺植物原土栽培、水资源高效利用，以及生物可降解农膜、病虫害绿色生物防治、农产品风险因子防控等技术模式各 1 项；建立全程智能的无人化作业技术体系，形成耕种管收储运等盐碱地农业综合系统解决方案；建立全程无人化作业农业示范基地 1 处，面积达 6000 亩以上；作业效率提高 15%以上，综合经济收益提高 10%以上。

**申报说明：**采用首席专家组阁制组织申报

### **（九）数字新经济**

**项目一：线上经济新业态新模式**

**课题 1：智慧化健康医疗关键技术与集成应用**

**研究内容：**根据临床业务流程，开展标准化数据和智能化技

术架构研究，整合传统医院内各类多源异构数据，搭建数学模型和分布式管理系统；开展一体化智能全栈诊疗愈流程研究，研发基于人工智能技术的数据分布式存储与快速查询、患者管理与监测分析专家远程诊疗系统；开展医疗大数据应用技术研究，提升诊疗愈全流程智能分析处理能力，搭建基于人工智能和大数据技术应用的辅助分级诊疗平台。

**考核指标：**制定新一代智慧医院智能化、信息化系统标准规范，建立不少于 5 套人工智能辅助诊、疗、愈系统，研发新一代智能化的医疗信息系统及智慧医院；构建区域级智慧医疗平台，面向区域各级医疗机构，制定开放智能化标准，实现智能化区域级诊疗愈智能分析处理，辅助提升诊疗愈全流程；申请 2 项以上医疗器械证书，申请相关软件著作权不低于 20 件，申请专利不低于 25 件。

## **课题 2：云服务体育创新技术与集成应用**

**研究内容：**研究图像识别与处理、智能数据处理、深度立体匹配、面向环境目标识别、人体异常行为动作识别与检测等智能化与交互性应用的神经网络等算法。面向高性能计算、大规模神经网络、双目立体图像识别与处理、深度机器学习等功能，研究适合 3D 图像识别与处理的人工智能芯片的混合硬件计算架构；开展芯片架构设计、仿真、FPGA 验证、封装、测试以及 ASIC 设计关键技术研究，实现室内外和家庭健身产品智能健身器材智慧

化、物联网化，具备运动数据采集、运动指导推送、运动状态实时跟踪反馈的室内外和家庭智慧化健身服务功能；研发便捷自助式室内外和家庭体质检测健康产品，支持多媒体引导，体测数据自动精准记录；研发低功耗室内外和家庭健身器材组网技术，实现室内外和家庭健身器材联网互动竞技功能；开展室内外和家庭健身云服务平台建设，构建基于 5G 技术的运动信息采集、大数据分析、处方筛选指导等系统，实现云服务平台与健身终端的互联互通，指导健身者科学健身。

**考核指标：**实现人工智能芯片设计开发，集成 USB2.0，MIPI-D camera 接口，高速 SD 接口，DDR 接口，ALG，UAC，UVC 等图像音频处理控制器；完成神经网络加速器人工智能处理器的内核定制开发，全可编程架构，支持 OpenCL，OpenVX 架构，可以快速实现各种神经网络的研究，移植，支持，解决高性能，低功耗，全可编程，多神经网络模型及算法支持的关键问题；3D 图像识别与处理分辨率不低于 640\*480，快门速度 1/1000S—1/15S；3D 深度识别精度优于 10mm@2m；开发不少于 10 种的智能健身器材；建成山东省全民健身云服务平台，实现省、市、县、镇、村五级示范。

### **课题 3：基于物联网的线上金融云关键技术研发与应用**

**研究内容：**开展财务、金融基础数据采集及挖掘关键技术研究，建立金融知识图谱，构建智能监管模型；研究知识图谱分析

技术，构建财务风险预测模型；构建基于 NID 理论的语义分析模型；基于知识图谱智能监管模型，提升风险评价和预测能力。

**考核指标：**构建知识图谱等智能监管模型，提升企业监管智能化水平，实现对平台中企业实时监管和风险预警提示；通过人机互补和跨市场监管信息共享模式，实现对企业信息实时、全貌监控，提高监管识别和处置风险的能力，增强监管实效，降低银行等金融机构对企业分险评估成本，并在省内推广应用。

#### **课题 4：智慧文旅关键技术研发与应用**

**研究内容：**以传统文化元素为核心，突显艺术性、文化性和体验功能，融合数字交互技术，使用 3D 建模和软件仿真，进行主题设计与整体场景建设。研究多渠道游客数据获取、服务数据管理逻辑架构优化技术；研究监控点位人员识别、游客流量统计技术、基于 5G 的旅游信息传输等关键技术；研究 AR/VR 全景技术及大型场景沉浸式体验技术；构建多媒体云服务技术及人机交互系统；实现旅游资源调度与大数据中心软硬件对接优化设计；构建大数据信息中心数学建模优化设计及标准化流程。开发儒家文化传承、智慧文旅的全套解决方案，打造我省传统文化与现代科技融合共生的示范基地，提升全省尤其是鲁南经济圈现代文旅产业规模。

**考核指标：**集成视频、音频和高精度图像，实现景区 360 度全景虚拟漫游，编辑制作虚拟漫游节目，实现游客浸入式体验。

实现全流程信息化无接触服务，实现行动轨迹、游览景点停留时间等一系列行为进行闭环统计；打造闭环营销、管理、服务模式，以视频监控 AI 智能分析、广播系统、GIS 系统、酒店入住自动办理系统实现全新的旅游服务体验。开发儒家文化传承、智慧文旅的全套解决方案，大幅提升儒家文化传播效率、打造我省传统文化与现代科技融合共生的示范基地，大幅提升我省旅游体验。

## 二、传统产业提升

### （一）机械装备

#### 项目一：高端润滑油脂及轴承

##### 课题 1：高端装备用高性能润滑油脂制备

**研究内容：**研究合成酯类基础油性能优化方法与高纯净度合成酯类基础油的规模化制备工艺；研究新型节能抗磨、抗氧、防腐润滑油添加剂的结构设计与制备技术；研究高性能润滑油脂各组分复配技术，研究润滑油脂的性能评定、规模制备及应用技术，实现润滑油脂在典型高端装备领域的示范应用。

**考核指标：**研发 5-8 种低倾点（ $-54^{\circ}\text{C}$ ）、耐高温（ $220^{\circ}\text{C}$ ）、高纯净度（酸值小于  $0.05\text{ mgKOH/g}$ ）合成酯类基础油；发展不少于 5 种新型润滑油脂添加剂单剂以及 2 种以上润滑油脂复合剂；发展不少于 5 种耐高温（ $>260^{\circ}\text{C}$ ）、高承载（极限承载能力 $>8000\text{ N}$ ）、长寿命（FE9 轴承寿命 $>250\text{h}$ ）润滑油脂；实现 5000 吨/年合成酯、1000 吨/年润滑添加剂及 5000 吨/年润滑油脂的产能，

实现润滑油脂在大型盾构机、精密机床、风力发电、轨道交通等领域的示范应用。

**申报说明：**采用首席专家组阁制组织申报

## **课题 2：高性能轴承组件可控性设计与制造**

**研究内容：**提出轴承滚道基体材料组织状态的设计方法和准则，开发轴承组件智能一体化工程设计应用平台；揭示轴承滚道成型过程中基体材料组织和表面状态遗传演化机理；研究轴承组件磨削、抛光过程中磨粒与工件微观作用与材料去除机理、加工过程中变质层和残余应力的形成和高表面完整性可控加工机理；研究批量生产条件下滚道曲面高表面质量抛光技术；研究轴承组件表面强化层的形成规律与可控机理；实现高速重载精密轴承组件的控形控性制造，批量化生产适应于极端工况的低噪音长寿命轴承。

**考核指标：**开发轴承组件智能一体化工程设计应用平台 1 套；批产圆锥滚子精度不低于国标 II 级；轴承漏脂率小于填脂量的 5%；在台架模拟试验下轴承寿命至少为 5 倍的额定寿命；轴承部件曲面表面粗糙度  $Ra \leq 0.125 \mu m$ 。

## **课题 3：安全可控轴承智能制造关键技术研究及应用**

**研究内容：**研究磨削加工界面感知、调整与适应、动态误差建模与精度补偿、故障信息采集/管理/分析与预测性维护、加工误差自动测量与智能补偿；突破磨削加工过程状态获取及其与数



控系统的融合问题；建立高性能轴承（或轴承单元）高效智能制造系统模型，揭示其运行机制及其遵循的规律，实现物料流、数据流、信息流与制造过程的融合；研究开发具有自学习功能的自动化控制系统及关键加工节点的柔性自动化执行机构，实现加工过程的自动化及智能化。

**考核指标：**开发集界面感知、信息采集、管理与分析为一体的磨削过程智能监控系统 1 套，具有自适应调整和误差自动测量与智能补偿的功能，使轴承磨削精度提高 3%-5%；研发高性能轴承（或轴承单元）智能制造系统 1 套，具有加工过程物料流、数据流、信息流和制造过程深度融合，进而实现加工过程自动化及智能化控制的功能，实现生产效率提高 5%，次品率减少 5%-10%。

## **项目二：工程机械智能化技术**

**课题 1：工程机械核心部件总成智能化绿色制造关键技术与应用**

**研究内容：**研究发动机核心部件及整机智能化绿色制造技术；研究电控自动变速箱智能制造、装配测试及产业化关键技术；研究电控自动变速箱行星排、离合器总成及液力变速器智能制造技术；研究电液控制系统泵马达、油缸等精密液压部件智能制造技术。

**考核指标：**突破发动机整机/缸体/缸盖等关重件智能化绿色制造工艺、电控自动变速箱整机/阀板/行星排等关重件制造工艺、

电控自动变速箱柔性化装配工艺与在线监测技术、泵马达/油缸等精密液压部件智能制造工艺、控制器制造工艺，为关键核心总成及零部件的产业化生产制造奠定基础。

## **课题 2：工程机械整车总成智能集成与匹配关键技术研究与应用**

**研究内容：**研究工程机械整车多品种模块化、平台化、集成化开发技术；突破多激励源条件下工程机械整车动力总成 NVH 优化方法；开展工程机械整车智能化主动热管理技术研究；研究发动机与电控自动变速器、电液控制系统动态协同控制技术；研究发动机、电控变速箱、电液控制系统与整车的联合匹配标定技术。

**考核指标：**突破整车多品种模块化/平台化/集成化开发方法、整车动力总成 NVH 建模方法、整车热模型搭建和智能化主动热管理技术、发动机/电控自动变速器/电液控制系统动态协同控制技术、台架/实车联合匹配标定技术，实现推土机、装载机、挖掘机等工程机械整机与发动机、电控自动变速箱和电液控制系统的高效快速集成与匹配。整车主要技术指标达到或部分超过国外主流同类产品指标。

## **（二）纺织服装**

### **项目一：高端纺织**

**课题 1：环保型高性能超细纤维复合新材料制备关键技术研究与应用**

**研究内容:** 研制超细超短纤维多层水刺复合生产方法, 攻克环保型高性能超细超短复合新材料的产业化技术, 解决传统复合材料产生挥发性有毒气体的污染问题; 研制摆动式水刺机去掉水刺纹提高复合材料的纵横向撕裂强力、耐破度、密度和断裂强力; 研发原料选择、配比、生产操作工艺条件; 研发水性聚氨酯含浸或涂层新技术, 从源头消除 VOCs 污染, 开发耐水解、耐黄变、耐寒、耐磨、高剥离、透气透湿、抗菌防霉等高价化涂饰技术, 开发完全环保的高性能超细纤维复合材料。

**考核指标:** 纤维复合新材料性能满足剥离强度  $\geq 5\text{kg}/3\text{cm}$ ; 常温耐折  $\geq 10$  万次;  $-20^\circ\text{C}$  耐折  $\geq 5$  万次; 断裂强力 (N): 纵向  $\geq 450$ ; 横向  $\geq 450$ ; 撕裂强力 (N): 纵向  $\geq 30$ , 横向  $\geq 30$ ; 建成产业化示范生产线。

## **课题 2: 植物染纺织工业化生产关键技术研究与应用**

**研究内容:** 植物染色与整理工业化生产新技术研究与专用装备研发, 包括植物染液清洁制备技术与工业化染色工艺, 低温助染技术和低温染色专用设备、基于植物染料特点的整理方法与专用助剂; 植物染纺织加工成套技术与专件研究; 植物染纺织生产技术规范与标准化建设, 包括植物染产品快速鉴别方法, 纺织与染色技术规范 and 标准体系。

**考核指标:** 色牢度  $\geq 3$  级; 纱线达《针织用棉色纺纱》一等品水平; 产品符合国际生态标准, 甲醛不得检出, 砷、铅、铬等

有害重金属含量不超过 1mg/kg，农药、含氯苯酚等可致癌物含量不超过 0.5 mg/kg；建成全产业链产业化示范生产线。

### **（三）绿色化工**

#### **项目一：炼化产业关键技术提升**

##### **课题 1：烯烃高值利用催化剂制备关键技术研究与应用**

**研究内容：**研制 POCHP、PO/SM 两种共氧化环氧丙烷绿色生产工艺用催化剂，建设千吨级自主催化剂生产线，实现大规模环氧丙烷装置催化剂自主供应；研制异丁烯法 MMA 两步氧化反应用催化剂，建设千吨级自主催化剂生产线，实现大规模 MMA 生产装置催化剂的进口替代；研制高活性、高稳定性烯烃硅烷偶联反应催化剂，研究烯烃催化制备有机硅烷新工艺，建设千吨级烯烃硅烷偶联反应催化剂生产示范线，在有机硅烷生产装置中应用。

**考核指标：**研制的 POCHP 工艺催化剂对 CHP 转化率 > 99%，对 PO 选择性 > 95%，使用寿命达 1500h 以上；研制的 PO/SM 工艺催化剂对乙苯过氧化物（EBHP）的转化率 > 99%，PO 的平均选择性 > 92%，催化剂稳定运行 2000 小时以上；研制的两步氧化反应制 MMA 催化剂，其中第一步叔丁醇氧化制甲基丙烯醛（MAL）催化剂的叔丁醇转化率 > 99.3%，MAL+MAA（甲基丙烯酸）有效选择性 > 83%，使用寿命两年；第二步 MAL 氧化制 MAA 催化剂的 MAL 转化率 > 75%，MAA 选择性 > 80%，使用寿命两年。研制硅烷活化转化多相催化剂 4 款以上，其中烯烃硅烷化反应的转化率 >

95%，催化剂选择性 > 95%。实现上述催化剂在相关工业化装置中的成功应用。

### **课题 2：高性能 ABS 制备关键技术研究与应用**

**研究内容：**研究开发高性能一步法丁二烯乳液聚合工艺、高效率两步法丁二烯胶乳附聚技术；开发高性能丁二烯胶乳接枝技术，通过优化丁二烯胶乳接枝配方及工艺，制备高性能 ABS 胶粉系列；开发高效连续化 SAN 制备工艺，研究聚合工艺及聚合配方对共聚比例，分子结构等影响，开发高效/高品质 SAN 系列树脂制备工艺及配方；开发高效节能、连续稳定的脱挥技术；开发先进的湿法挤出掺混技术及其大规模生产技术；开发千吨级 ABS 中试工程化技术，建成中试装置，在中试试验的基础上，完成不同性能 ABS 产业化成套工艺技术软件包开发。

**考核指标：**高性能一步法聚合工艺(300nm)反应时间 ≤ 27h，两步法附聚工艺丁二烯胶乳反应时间 ≤ 17h；产品析胶率低，渣含 ≤ 2000ppm，稳定生产清洗周期 ≥ 50 批/次；高性能 ABS 接枝技术，单体转化率 ≥ 98%，渣含量 ≤ 2000ppm，清釜周期 ≥ 50 批/次；SAN 树脂透明度高、低黄变，产品黑点及异色点小于 5 个/50g，b 值小于 5，残单 ≤ 1600ppm。

### **课题 3：生物基共聚酯制备关键技术研究与应用**

**研究内容：**研究开发 FDCA 基共聚酯的聚合关键技术，开发全新的催化体系（包括催化剂、稳定剂、复合色相改良剂体系）

和聚合工艺，开发共聚物聚合过程中有毒有害副产物环保处理技术；针对新型共聚酯传质、传热、脱挥等特定要求，设计制备新型聚合反应装置；开发 2 万吨/年生物基特种共聚酯聚合成套技术软件包并实现产业化。对共聚酯合金及在各潜在领域的应用进行拓展，开发共聚酯合金化改性技术，建立 20 万吨/年共聚酯合金工业化生产线。

**考核指标：**针对 PEF 共聚酯在吹膜、吹瓶、挤出片材、纺丝等多领域的应用需求，通过调节聚合工艺及共聚酯组成，开发系列化产品，满足用户对不同应用场景的使用要求。其中共聚酯粘度  $\geq 0.6\text{dL/g}$ ，玻璃化温度  $\geq 70^\circ\text{C}$ ，拉伸强度  $\geq 50\text{MPa}$ ，拉伸模量  $\geq 1600\text{MPa}$ 。

## 项目二：化工园区绿色发展

### 课题 1：化工园区绿色安全发展及智慧化建设关键技术研究与应用

**研究内容：**研究化工园区挥发性有机物排放特征和挥发性有机物对臭氧污染影响，开展深层次大数据分析，研发化工园区危险过程监控及智能化安全运行风险管控关键技术、实现危险源自动辨识、风险智能化预警，建立一体化多维度环境安全风险综合管控网络平台，提升化工园区和企业风险识别处置能力和水平。

**考核指标：**完成一套可检测 100 种以上化工园区易燃易爆、有毒有害气体，检出限  $\leq 0.5 \mu\text{mol/mol}$  的自动化监控装备。构

建园区三维地图和安全大数据分析平台，实现化工园区人的不安全行为、物的不安全状态异常行为自动辨识、评估和预警，建立 1 套环境安全风险智慧化管控一体化信息系统，事故识别准确率  $\geq 90\%$ 。

### **课题 2：面向高耗能、重污染行业的绿色高效清洁生产关键技术集成与应用**

**研究内容：**面向煤化工、盐化工、石油化工等高耗能、高污染且安全隐患较大行业领域，研发绿色生产、废水综合处理技术，构建化工园区绿色原料、多能协同的物质能源供应优化网络。

**考核指标：**开发高耗能、高污染行业绿色循环发展和高效洁净生产技术，生产能耗降低 10%，开发废水综合治理组合技术和工艺 2 套，完成 1000m<sup>3</sup>/d 的高盐、高浓度或高生物毒性的废水处理工程示范 1-3 个。

### **项目三：精细化工**

#### **课题 1：溴系阻燃功能单体及高性能化合物研发与应用**

**研究内容：**开展溴系典型功能单体或化合物合成连续流体系构建及条件控制研究，突破典型功能单体或化合物稳定及保护技术。研究开发高选择性溴化关键技术、高纯度生产新工艺及装备。开发小分子量共聚物、高溴环氧树脂等新型高端阻燃材料绿色合成技术。

**考核指标：**建成 1 万吨/年溴系阻燃功能单体及高性能化合

物综合生产装置。申请国家发明专利 5 项以上。形成相关产品标准 5 项。形成 3-6 套相关化合物典型应用配方及使用技术指南。

### **课题 2: 高性能硫化促进剂连续化生产关键技术研究与应用**

**研究内容:** 研究 MBT 反应机理, 研究 MBT 化学反应, 建立反应动力学机理模型; 开展 MBT 连续生产的反应器模型研究, 针对溶剂法的粗 MBT 精制过程, 开展连续结晶器设计研究; 搭建中型实验装置进行验证, 建成 MBT 连续化反应生产装置, 实现绿色、智能的 MBT 连续化生产。

**考核指标:** MBT 产品纯度提高 3 个百分点以上; 总体提高收率 5 个百分点以上; 建成 MBT 中试生产装置, 满足高温高压下防爆、防腐蚀要求, 废水减排 95%以上, 废气减排 98%以上, 固废减排 20%以上, 实现高性能促进剂 MBT 连续安全、绿色化生产。

## **三、推动社会发展**

### **(一) 医疗卫生**

**项目一: 新型冠状病毒感染的肺炎疫情应急技术攻关及集成应用**

#### **课题 1: 新型冠状病毒基因组变异和免疫组库研究**

**研究内容:** 运用扩增子测序、病毒基因组生物信息学分析等方法, 对新型冠状病毒进行溯源与进化分析, 明确基因组变异特征、病毒溯源、变异与进化, 新型冠状病毒的结构、功能、感染



关键靶点及作用机制，以及不同冠状病毒差异性研究；研究特异性中和抗体，探索中和抗体抑制新型冠状病毒的分子机制和CDR3与多肽结合分子机制，为研发治疗新型冠状病毒抗体药物奠定基础。

**考核指标：**通过对2019-nCoV感染患者B细胞免疫组库研究，获取抗体轻重链配对信息，阐明V区CDR3高变区序列重排规律，揭示新型冠状病毒的起源、进化和变异规律，建立1个病毒传播演变预测模型，提出1-2个特异性候选抗体药物。

## **课题2：新型冠状病毒现场快速检测产品研发**

**研究内容：**针对疑似患者、无症状感染者等排查诊断的检测需求，开展核酸现场快速检测设备及试剂、抗原快速检测试剂、抗体快速检测试剂研发，突破现有检测技术对人员、场所的限制，缩短检测用时，提升便捷程度，推动诊断前移下移，实现疑似患者的快速诊断和密切接触人群的现场筛查。

**考核指标：**研发新型冠状病毒快速检测技术，开发1—3种相关体外诊断试剂产品并在一线应用。开发2019-nCoV病毒抗原快速检测试剂盒、IgM抗体快速检测（血清/血浆/全血）试剂盒并应用。全流程检测时长不超过10分钟，检出率（灵敏度）不低于95%。

## **项目二：精准医疗**

### **课题1：疾病早期精准诊断技术研究与应用**

**研究内容:**以出生缺陷、先天性遗传性疾病为主要研究对象,开展出生缺陷无创产前诊断、单基因遗传病基因诊断等新技术和标准研究,建立相应疾病的早期精准诊断标准与技术规范,指导药物精准化个性化评价并进行临床示范应用。

**考核指标:**建立 1-2 种单基因疾病的无创产前和遗传学基因诊断体系,发现至少 2-3 个与常见高发疾病早期诊断和分类分型相关的分子标志物。

## **课题 2: 重大疾病精准治疗和术后疗效评估技术研究与应用**

**研究内容:**以肿瘤、心脑血管疾病、哮喘等疾病为研究对象,采用生命组学、代谢组学等多种组学和大数据分析手段,精确寻找疾病原因和治疗靶点,开展机器人手术、穿刺、内镜等微创手术治疗技术及术后疗效评估的基础和临床研究,制定疾病精准治疗和预后疗效评估标准与规范,形成高效系统的临床应用解决方案。

**考核指标:**针对以上 2-3 个病种,发现 2-3 个具有应用价值的治疗新靶点,发现 3-5 个预后标志物,制定 2-3 项精准治疗和预后监测与评估的新标准和新规范。

## **(二) 环境保护与治理**

### **项目一: 环境保护与生态修复**

#### **课题 1: 大气污染防治技术集成及装备研发**

**研究内容:**研发基于协同生产过程的烟气脱硫脱硝除尘高效

控制技术、氨排放与控制技术，研究挥发性有机污染物深度处理的一体化技术和集成装备，开发适用于多种类型 VOCs 的绿色脱除及资源化技术和处理装置。开展山东省大气复合污染控制技术研究，构建大气污染综合调控方案和区域联防联控技术体系。开展电纺纳米纤维新材料研发及规模化生产的设备材料一体化技术研究，开发适用于钢铁、重型卡车、舰船和航空燃气轮机等重污染行业废气过滤的高性能纳米纤维复合过滤材料。开展钢铁行业超低排放改造成套技术和装备研究。开展臭氧生成机理研究，开发基于臭氧污染防治的挥发性有机物精细化管控技术。

**考核指标：**研究开发 2 套基于协同生产过程的烟气脱硫脱硝除尘成套装备，开发氨脱除控制技术设备 1 套，开发烟气脱硝技术 1 套，效率不低于 85%，实现 VOCs 降解率 95%以上，开发具有自主知识产权的重污染行业废气过滤材料生产装置 1 套，废气过滤材料达到 MERV15 等级。研究开发 1 套钢铁行业超低排放成套技术和装备，治理效果达到国家超低排放标准要求，至少完成 1 处示范工程应用。复合污染控制技术、大气污染综合调控方案和区域联防联控技术体系在全省大气环境管控中得到应用。形成臭氧生成机理研究报告，研究开发 1 套基于臭氧污染防治的挥发性有机物精细化管控技术方案。

## **课题 2：水污染防治技术集成及装备研发**

**研究内容：**开展重点流域饮用水水源地水质安全保障关键技

术及应用示范，开发不同类型水源地的水污染综合防控、水生态安全与健康风险评价、水质安全预警实时监测等关键技术。开展基于“5G 数据+”的流域水环境管理关键技术研发和系统构建示范，研发基于 5G 的移动互联高效数据传输技术，构建“5G 数据+”水环境综合管理体系。开展工业废水、重点流域、饮用水水源中氟化物、TDS、硫酸盐、总硬度等污染物去除关键技术应用及示范。高效人工湿地技术研发和应用示范以及人工湿地运行诊断和绩效研究。开展底泥内源污染治理技术研究。

**考核指标:** 提出重点流域饮用水水源地污染风险识别与控制技术方案 1 套，污水处理直接成本降低 20% 以上，开发多指标水质实时在线检测装备 2 套以上，开发饮用水水源地水质快速监测与预警技术 1-2 项，构建流域水环境综合模拟模块，提出适用于不同类型水源地的饮用水水质净化技术集成方案，形成饮用水水质净化成套装备 2-3 台套，完成 1-2 个示范工程应用。提出工业废水、重点流域、饮用水水源中氟化物、TDS、硫酸盐、总硬度等污染物去除关键技术方案 1 套，污水处理直接成本降低 20% 以上，至少完成 2 处示范工程应用。构建 1 套高效脱氮人工湿地技术体系，至少完成 1 处示范工程应用，建立 1 套湿地运行诊断和绩效评价指标与技术体系，开发 1 套湿地芦苇综合利用技术体系。研究开发与国家流域水环境管理大数据平台技术相匹配的省级流域水环境大数据平台 1 套。构建 1 套底泥内源污染治理技术

体系 1 套，至少完成 1 处示范工程应用。

### **课题 3: 固体废弃物（矿区土壤）污染防治技术集成及装备研发**

**研究内容:** 开展矿区土壤污染控制与综合修复技术，开展大型污染场地的污染来源追踪、污染迁移模拟与反演大型场地综合治理等关键技术研究。研发矿区生物/物化覆盖材料与稳定层构建、尾矿渣、矿坑水及地下水的工程化阻断、高浓度石油污染土壤分离与生物联合修复等技术。开展尾矿与垃圾大宗固废综合利用技术研究，开发固废循环、绿色利用先进技术。开展污染底泥（近岸海域、河湖、市政、工业等污染底泥）综合利用技术集成及装备研发。

**考核指标:** 构建 1 套矿区土壤污染控制与综合修复技术体系。建立 1 套固体废物综合利用技术方案，至少完成 1 处示范工程应用。开发固体废弃物污染防治成套装备 1 套以上，至少完成 1 处示范工程应用。研究开发 1 套污染底泥综合利用技术方案及相关成套装备。

## **（三）公共安全**

### **项目一：应急安全生产**

#### **课题 1: 交通网信息全息感知及智能控制技术装备研发与应用**

**研究内容:** 研究道路设施损毁阻断及恢复全天候、立体化、

大尺度智能侦测系统，研究基于交通网全息信息的灾情评估与应急响应系统，研究交通网综合运力信息优化配置系统；研发基于北斗的道路应急运输通道高精度智能控制及诱导技术装备，研究基于区块链的救援物资及装备储运系统，研发一体化协同调度指挥平台，开展交通网信息全息感知与控制及安全诱导示范应用。

**考核指标：**研发 1 套交通网信息安全感知及智能控制技术装备，侦测范围半径不低于 500 千米，识别准确率不低于 80%，应急响应延时小于 1 秒，高精度诱导装备精度优于 1 米，且诱导范围半径不低于 500 千米，一体化调度指挥平台储运系统节点数量不低于 30 个，在至少 3 个典型区域进行示范应用。

## **课题 2：矿山环境设备监测与事故灾害预警关键技术研究与应用**

**研究内容：**构建矿山关键设备故障诊断和重大灾害发生机理和演化规律数学力学模型；研究矿山“人、机、环”重大危险源精准识别和重大灾害精准预测预报关键技术，研发面向矿山环境设备监测与事故灾害预警的安全生产综合管控系统，实现对地质环境、设备故障、人员行为等矿山安全生产事故隐患因素的实时感知、精准预测预报。

**考核指标：**冲击地压、瓦斯突出、突透水和顶板事故预警准确率达到 94%以上，水泵、风机、皮带故障诊断准确率达到 90%以上，并建立 2 个以上应用示范工程。

### 课题 3: 复杂地质条件的工作面智能开采关键技术研究与应用

**研究内容:** 研究井下复杂环境下飞行机器人自主避障和自主作业技术; 研究复杂地质条件下低照度、高粉尘图像高效识别技术; 研究机载多传感器集成和数据融合感知技术; 研究基于实时数据驱动的虚拟现实技术及开采过程预测、决策和协同控制技术; 研究强矿压冲击条件下的高可靠抗冲击技术, 研究多信息融合的刮板输送机工况监视与故障诊断技术, 并开展系统集成, 研发出成套装备。

**考核指标:** 装备适应大多数复杂地质条件, 总体开采效率提高 1 倍以上; 复杂环境图像识别准确率达到 98%; 控制系统控制实时性小于 100ms; 飞行巡检机器人最大飞行速度可达 8m/s, 机载载荷  $\geq 2\text{kg}$ , 巡检速度最大可达 30m/min; 形成一套适应复杂条件工作面的智能自适应开采技术与装备, 支持采、支、运集群化作业, 并在矿山示范应用。