

2026 年度陕西省重点科技攻关项目(第一批)

指南(未来产业领域)

一、半导体与集成电路产业领域

1.1 CXL 控制器和内存扩展模组技术研发

研究内容：为迎接 AI PC 时代端侧 AI 工作负载对内存的 GB 级需求，展开基于 CXL (Compute Express Link) 接口的内存池化扩展模组的产品研发。通过 CXL 对 CPU 与高带宽模组之间的内存一致性协议，实现基于 CXL 协议的内存池化扩展模组。制定相关技术标准，研发 CXL 接口的内存扩展设备主控芯片产品。

1.2 600V 超结 MOSFET 制造技术研究

研究内容：研究开发国内领先，比导通电阻值小于 10 毫欧 x 每平方厘米的 600V 超结 MOSFET 工艺平台以及在平台上的产品系列化。其核心结构由交替排列的 P 柱和 N 柱组成，形成纵向超结 (Super Junction)，从而优化电场分布，降低导通电阻。

1.3 4H-SiC 脉冲晶闸管设计及制备技术

研究内容：围绕电流控制型 4H-SiC 脉冲晶闸管的关键技术开展研发。重点解决终端耐压效率低及高温稳定性及鲁棒性问题，以及碳化硅材料的低载流子寿命问题与 P 型掺杂低注入效率问题，通过结构创新和工艺技术改进实现突破。

二、北斗+卫星互联网领域

2.1 基于北斗系统的省级毫米级坐标框架维持服务关键技术

研究内容：坐标框架是建设数字中国必要的时空基底，是实现区域高质量发展的重要保障。开展高精度的坐标框架计算与维持，建设以北斗为核心，集合多种空间大地测量技术，实现国家和区域毫米级坐标框架维持是时空信息安全自主可控的重要基础，也是推动卫星摄动、地球动力学、大气环境监测等地球科学研究的基础前提；（1）研究以北斗与其他 GNSS 系统的分布式大规模基准站网协同数据处理关键技术，实现多卫星导航系统自适应融合与系统误差处理、坐标框架站优选、基准严密约束等；（2）研究考虑非线性影响的省级区域高精度坐标框架计算和速度场模型建立，提出基于北斗的区域坐标框架统一维持策略，实现省级坐标框架优于毫米级的动态维持；（3）研究行业北斗卫星导航基准网数据服务质量监测与评估技术。

2.2 基于北斗的无人系统时空服务关键技术和智能应用系统研制

研究内容：针对当前智能交通和无人驾驶定位导航应用中面临的主动探测感知设备定位参考系不完备、定位和导航时空服务框架不统一、主动探测感知智能识别发挥不足等问题，通过充分挖掘北斗、视觉等多源定位感知技术各自优势，支持环境感知、环境建模、任务导航、目标发现等多个功能，增强导航性能鲁棒性，提升感知性能精确性，实现无人系统从辅助导航到自动驾驶能力。（1）研究多传感器地图语义构建技术，包括具有语义信息的多层级定位地图关键锚点选定及语义化描述的准确性和“北斗+视觉+激光雷达”多传感器结合的多层级地图构建；（2）研究具有语义信息的多层级定位地图语义信息和定位信息在导航任务中的优化组合，

实现高自主、高精度、高可靠的导航服务功能；（3）研究北斗+视觉等多源传感器融合定位导航定位算法，实现无人自主导航高精度定位；（4）研制基于低成本 MEMS（微机电系统）阵列的高精度导航模块，支持无人系统定位可信性和可靠性。

2.3 北斗/多源传感器融合形变监测关键技术研究及设备研制

研究内容：高精度的形变监测是滑坡等自然灾害及桥梁、大坝等基础设施安全监测的重要依据。融合北斗、SAR、激光雷达、视觉等多源监测手段克服单一技术在复杂环境（如峡谷、植被覆盖区）中的局限性，融合不同空间分辨率的传感器数据实现从区域到局部、从地表到建筑物的大范围、多尺度、高频率的动态形变监测，提高监测精度并增强监测的可靠性。（1）针对滑坡/基础设施等研究北斗+SAR/激光雷达/视觉多源融合形变监测解决方案；（2）研究多源数据融合算法及多源融合数据相互验证算法；（3）研制北斗融合视觉的 360 度全场形变监测设备，研究北斗+视觉定位融合算法、多相机传感器之间的定位定姿及形变区域的三维重建，形成北斗+视觉监测解决方案。

2.4 国产大飞机北斗卫星导航接收机适航关键技术研究及设备研制

研究内容：随着国外 MEU 管制的加严，运输航空飞机上的国外卫星导航接收机存在断供风险，针对国产大飞机应用需求，研制高安全等级北斗卫星导航接收机，研究其适航技术，包括：（1）研究北斗机载增强定位/完好性处理技术；（2）研究北斗星基增强定位/完好性处理技术；（3）研究

北斗时空基准安全防御与定位欺骗抑制技术；（4）研究高安全高精度导引技术。

2.5 基于国产处理器的高精度时间同步关键技术研究及设备研制

研究内容：高精度授时和时间同步技术对于实现能源领域核心生产系统实时时钟统一、稳定、协调及可控至关重要，项目旨在建设面向安全生产的北斗时空服务系统，实现基于国产化处理器和北斗授时的时空精准、安全应用，提升能源领域的关键基础设施的生产安全。（1）研究基于北斗的 10ns 高精度授时技术；（2）研究北斗授时抗干扰和防欺骗技术；（3）研究北斗授时服务性能预测技术；（4）研制基于国产处理器芯片的北斗高精度时间同步装置。

2.6 基于低轨星座的 BDSBAS 关键技术及应用研究

研究内容：针对北斗星基增强系统（BDSBAS）服务性能提升与民航大飞机精密进近应用需求，利用低轨星座通导一体资源优势，解决因 BDSBAS 地面监测站布局受限所导致的增强服务能力不足等问题。（1）研究天地一体化北斗联合监测技术，为全球完好性监测提供多源数据支撑；（2）研究低轨卫星与地面监测站时钟同步关键技术，为全球完好性监测提供统一的时间基准；（3）研究基于低轨星座的新一代 BDSBAS 差分完好性处理技术，实现 BDSBAS 全球完好性监测；（4）研究基于 BDSBAS 增强服务导航模式下飞机进场、进近、离场、等待飞行程序设计方法；（5）研制新一代 BDSBAS 关键技术及应用验证平台。

2.7 面向地质灾害的高精度时空数字孪生反演关键技术研究及应用研究

研究内容：针对传统监测手段依赖单一数据源或静态模型难以实现灾害演化过程的动态模拟和精准预警的问题，通过基于高精度时空数据的数字孪生技术，形成地质灾害数字孪生反演技术体系，为灾害全生命周期管理提供新一代科学工具，推动智慧应急建设。（1）整合卫星、无人机、地面观测站等多源数据，形成全面、细致的地质灾害监测网络，实现多源异构数据融合；（2）利用北斗高精度定位和时间服务，建立地质灾害监测和反演时空基准；（3）利用云计算、大数据分析、机器学习算法等技术，实现灾害数据的实时处理分析和动态仿真，形成动态的灾害反演模型；开发集成数据处理、模型构建、模拟分析等功能于一体的时空计算平台，建立孪生体与真实灾害体的实时交互机制，实现“监测－模拟－预警－调控”闭环，支持地质灾害的数字孪生反演和应急演练。

2.8 “北斗+遥感”基础设施安全监测时空基座关键技术及应用研究

研究内容：研究并构建“北斗+遥感”的时空基座，是解决当前基础设施监测体系不完备，多源手段融合及综合作用发挥不足等问题的重要途径，能够避免烟囱式建设，充分实现遥感、北斗高精度基础数据的资源共享共用，有效支撑重大基础设施安全监测体系构建。（1）研究基于 InSAR 形变解算处理的基础设施安全隐患识别及分级预警技术；（2）基于北斗高精度监测数据的基础设施安全隐患监测预警技术；（3）研究融合大数据处理、GIS、人工智能等手段的“北斗+遥感”多源时空数据汇聚、处理、分析技术，提升安全监测的精度和隐患风险评估的准确性；（4）搭建“北斗+遥

感”基础设施共性时空原型验证系统，支撑基础设施安全监测体系研究与建立。

2.9 双频多星座 GAST-X（地基增强系统进近服务等级-X）关键技术及应用系统研究

研究内容：基于北斗的双频多星座 GAST - X 技术，融合双频定位技术和多星座卫星信号，结合航空地基增强技术，实现更高精度的进近服务，提升飞机进近的安全性和可靠性。

（1）研究基于北斗的多星座 III 类 GBAS 关键技术，包括双频多星座定位、载波相位差分处理、卫星信号完好性监测、通信链路优化等；（2）双频多系统 III 类 GBAS 增强 VDB 电文及 GAST-X 服务降级策略研究；（3）研制 GAST-X 样机，完成 III 类 GBAS 实验室测试。

三、光子领域

3.1 GaAs 射频 PIN 单片集成技术

研究内容：GaAs 射频 PIN 单片集成电路应用在通信、军事、医疗等领域。本研究包括（1）利用理论仿真，研究高功率对器件的射频性能、热稳定性和可靠性的影响，结合工艺优化设计高功率射频 PIN 管；（2）开展基于新结构高功率 GaAs PIN 管的外延生长技术、低阻欧姆接触、低刻蚀损伤、高可靠性空气桥跨接工艺的研究；（3）基于 GaAs 射频 PIN 管的单片集成电路工艺研究；（4）开展新型电路结构高功率 GaAs PIN 射频开关、衰减器、限幅器等功能单片电路开发与应用研究。

3.2 光导管型红外测温仪核心器件技术突破

研究内容：研发一种用于半导体设备测温的光导型红外高精度测温仪，主要攻克耐高温蓝宝石光导管制造技术，解

决对 1 微米波长的超大动态范围的光信号探测问题。测温仪满足高精度温度探测要求，解决高精度、重复性、稳定性与可靠性的系统集成问题，解决不同位置环境的工程化应用问题，实现国产替代，提升我国半导体设备国际竞争优势。

3.3 硅基光电子集成芯片工艺技术

研究内容：硅光子技术凭借与 CMOS 工艺的兼容性、高集成性和低成本优势，已成为突破“摩尔定律”瓶颈的关键途径。攻克硅基光电子集成芯片工艺关键技术，在以下领域开展性能验证研究。在车载激光雷达领域，实现片上光束扫描和相干探测，大幅降低成本并提升系统集成度，助力智能汽车产业；在量子信息领域，为量子比特操控与量子密钥分发提供硬件平台；在传感与医疗检测领域，研制小型化、便携化和高灵敏度的集成光谱分析和生物传感器，用于呼气诊断、血液分析和疾病早筛；在消费电子与可穿戴设备领域，实现高速光互联和生理信号监测，推动智能终端向轻量化、智能化方向发展。

3.4 光量子/光计算/光学相控阵用新型光子芯片的设计与制备

研究内容：研究新型光电子器件与集成技术，研制出 16*16 阵列相控阵芯片，完成国内首次 3500m 无线光通信，激光微纳加工技术达到国际先进水平。探索从液滴结构和材料两个维度的精密加工出发定制其物理功能、光学特性、动态特性，建设软物质和液体材料极端加工通用技术平台；进行光电器件的片上集成和应用技术研发。

3.5 高时空分辨双基时扫描条纹相机技术

研究内容：研究高偏转灵敏度高时空分辨双基时扫描条

纹管电子光学优化设计及制备工艺研究，形成双基时扫描条纹管；研究高灵敏度快响应光电阴极制备工艺，提升光电阴极的灵敏度、均匀性等综合性能；设计研制反射式宽光谱光学耦合系统，降低时间弥散，提升相机系统时间分辨率；设计研制高频同步扫描信号产生电路，解决双路加载时序同步及干扰难题；构建双基时扫描条纹相机系统，搭建实验平台并实验研究静态及动态特性，研制出双基时扫描条纹相机工程原理样机并在同步光源进行应用验证。

3.6 大功率高速面发射激光器（VCSEL）核心技术

研究内容：在激光雷达（特别是中短距离激光雷达）所需的光源中，面发射激光器（VCSEL）有望与边缘发射激光器（EEL）展开竞争。解决大功率 TOF VCSEL 外延片及芯片的国产化量产问题，对产业竞争力的提升具有显著效果。国产化将打破国外技术垄断，降低对进口产品的依赖，提高国内产业链的自主性和安全性。量产化将大幅降低生产成本，提高产品性价比，使国内企业在市场竞争中占据优势。该技术的突破将推动相关产业链的发展，包括材料、设备、封装测试等环节，提升整个产业的竞争力。项目攻关成功后，可望显著提升国内 VCSEL 产业的创新能力和市场竞争力。

3.7 航空发动机燃烧室六轴激光微孔加工机床研制

研究内容：针对航空发动机燃烧室类零件气膜孔的精密、高效、数字化制造需求，设计开发高功率毫秒激光器、具有紧凑型的可靠性激光双摆加工头、专用控制系统等关键功能部件，突破带涂层材料激光束高效制孔技术、激光束参量与轴运实时协同控制技术，实现基于毫秒激光的异型气膜孔加工工艺；研究激光频率与速度精确调控技术，实现周向均匀

分布气膜孔的高速飞行加工；研究气膜孔原位激光自动寻焦技术，实现气膜孔自适应加工；研制集成一套适用于大尺寸燃烧室零件的六轴激光微孔加工机床并完成关键型号发动机燃烧室内外环应用验证。

3.8 高通量一维 X 射线光子成像探测器制备技术

研究内容：针对矿石分选用 X 射线多能谱光子计数成像对探测器输运特性的要求，研究空穴输运特性改善方法；根据电极材料和尺寸对探测器计数率极限的影响规律，优化探测器电极设计；研究探测器信号堆积对能量分布和物质识别的影响规律，提出探测器封装和电子学优化设计方案，研制可用于矿石分选的一维线阵光子计数探测器。

3.9 多碱光电阴极化学计量精度可控制备技术

研究内容：项目聚焦具有高结晶度的化学计量精度可控光电阴极生长技术，研究碱源控制温度、真空度、掺杂顺序等工艺参数与薄膜生长过程及其对光电阴极的体积、表面结构、结晶度和光谱响应、量子效率之间的关联与调控方法，制备具有设计的化学计量精度的光电阴极结构；设计一种多碱光电阴极生长设备，包括超高真空多碱阴极生长腔室、电子清刷腔室、烘烤腔室、钨封腔室、样品传递系统和束源炉系统等，配有高精度测量辅助，以实现光电阴极生长过程的阴极组分可控，以及化学计量精度可控。

3.10 高端电子束光刻技术

研究内容：高端电子束光刻，特别是多电子束并行直写技术，是突破后摩尔时代集成电路发展瓶颈的关键支撑技术与战略制高点。随着人工智能、高性能计算、量子信息等前沿领域对芯片集成度与性能要求的爆发式增长，已有光刻技

术在分辨率与成本上逼近极限。因此，发展兼具超高精度（纳米/亚纳米级）和高通量能力的自主高端电子束光刻技术，解决产业链安全“卡脖子”问题，实现技术自主可控、抢占新一轮科技革命主导权，为先进逻辑芯片、新型存储及量子器件等颠覆性创新提供核心制造技术，为国家信息基础设施安全与产业升级奠定基石。

3.11 自主可控光子器件外延生长技术及高速光通信芯片的研发

研究内容：光芯片技术对实现信息领域核心元器件自主可控、突破传统电子芯片性能瓶颈具有重大战略意义。项目研究大功率半导体激光芯片技术、基于硅锗外延晶圆的红外探测器芯片、VCSEL 外延片生长技术、SiGe 电光调制芯片、LiNbO₃ 超高速电光调制芯片等核心技术。旨在攻克大功率激光发射、超高速电光调制与高灵敏度探测等核心技术，解决高速光通信、激光雷达及智能传感等应用中的数据传输速率、算力、能效与集成度瓶颈。

3.12 面向油气资源勘测的光纤微结构多维声波传感技术

研究内容：核心技术包括飞秒激光微结构加工、矢量声波传感和光纤声波传感器高精度信号解调。光纤声波传感测井技术对提升非常规油气资源勘探开发效率、实现高端能源装备的自主可控具有重大战略意义。旨在攻克光纤光栅带隙微结构阵列大规模制备、传感器矢量响应和微弱信号检测等核心技术，解决传统电力仪器井下长期、大范围监测瓶颈，核心目标实现井周地层结构超声物理模拟及多维声波成像。

3.13 Tbps 超高速空间激光通信技术研究

研究内容：围绕卫星互联网“新基建”、第六代移动通信等超大容量数据传输需求，开展 Tbps 超高速空间激光通信技术研究，重点解决超高速高功率光信号产生方法、超高速光信号大气复杂信道传输模型、高灵敏度超高速光信号接收方法等关键问题，研发 Tbps 超高速激光通信系统原理样机，完成外场实验验证，为我国下一代空间信息网络建设提供技术基础。

3.14 全光驱动 PHz 级超高速光计算

研究内容：开展基于光波段电子学的超高速光开关、光场驱动逻辑门及全光计算模块的研究，包括：产生少周期飞秒激光、亚周期可见光阿秒激光；利用光场对电介质光电特性的调控实现 PHz 值响应速度的超高速光开关；利用阿秒光脉冲的调控组合实现光场驱动的逻辑门；集成光开关与光逻辑门并实现具有一定计算能力的全光计算模块。

3.15 超分辨跨尺度微纳智能制造技术

研究内容：面对现有精密制造技术，在处理硬脆、柔性、高热敏性材料的微纳及其跨尺度结构制造时面临的精度低、热损伤大、存在机械应力、切换慢等难题，聚焦超快激光无掩膜“冷加工”快速制造技术，解决多激光束输出稳定性、协调性等技术，结合时空光束调制技术，单光子、双光子、多光子协同效应，突破光学衍射极限，集成 AI 技术，模块化设计，集成系统，实现大规模复杂结构的快速并行制造，支持多束光并行超构结构制造、跨尺度微纳功能结构的高超分辨率智能制造。

四、新材料领域

4.1 高品质镁合金低成本宏量制备原理的探索和应用

研究内容：传统工艺宏量制备的镁合金常存在性能指标平均值偏低、波动范围大、耐蚀性不好的痼疾，严重制约了其在航空航天、轨道交通等领域的应用。本项目以 Mg-Al 系镁合金为研究对象，通过原理创新、工艺革新和装备研制，在精准管控有害杂质的同时，从源头抑制夹杂夹渣生成，有效控制疏松缩孔尺寸，实现力学与耐蚀性能优良且稳定的高品质镁合金低成本宏量制备，创制镁合金全过程品质管控工艺技术及洁净冶金装备，提升我国航空航天、轨道交通关键轻量化零部件用镁合金材料的品质保障能力。

4.2 陶瓷基新材料

研究内容：陶瓷基复合材料因其轻质、耐高温等特性，已成为高端装备进一步提升速度与载荷等关键指标的战略材料。针对空天飞行器等的可重复使用与大载荷要求，发展大尺寸构件的高精密制造技术，针对更高时速列车等的高性能制动与减重要求，开展基于碳陶摩擦副的制动系统创新，针对低成本与短周期要求，发展从原材料到构件全链条的快速低成本制造，加速技术与产品的迭代优化，提升产业化能力，确保我国在空天运载与轨道交通等领域的核心竞争力。

4.3 650℃大规格高温钛合金产品

研究内容：围绕高温钛合金中合金元素多、热加工窗口窄等问题，聚焦多主元大规格铸锭均质熔炼、控温热加工、多场景考核验证等难题，开发高温钛合金大规格均质铸锭、板材、棒丝材、大规格管材产品，突破其制备技术，突破大规格均质铸锭熔炼技术、大规格稳定锻件、棒丝材、大规格管材制备技术，实现批产稳定的大规格产品。

4.4 高精度钨单晶丝材关键制备技术

研究内容：围绕我国高端电子器件与半导体装备对高性能阴极钨单晶丝的迫切需求，聚焦大尺寸单晶生长与晶体取向精准控制、钨单晶丝材尺寸及表面控制等技术难题，拟通过开展高纯钨原料制备、钨单晶电子束悬浮区熔生长与单晶丝材关键制备技术研究，以及单晶材料性能表征等，突破并掌握材料深度纯化、单晶凝固及单晶丝材高精度加工等关键制备技术，获得满足技术指标要求的高精度钨单晶丝材，为我国高端电子显微镜完全国产化等提供关键材料保障。

4.5 高性能钼铌合金管材工业化制备

研究内容：开展钼铌合金熔炼、挤压、锻造、热轧、精整等工艺试验，打通合金管材和棒材的全流程制备工艺，探究变形过程中的组织演变过程，获得坯锭制备、管坯制备、管材轧制、成品退火、成品精整以及无损检测工艺技术参数及优化加工区间。建立钼铌合金质量控制体系，获得满足技术要求的合金材料，达到精密钼铌合金管材工程化能力。

4.6 高性能低合金化镁合金薄壁型材工业化制备

研究内容：围绕低合金化镁合金的设计与研发，空心型材挤压成形过程中的工艺优化等开展研究，攻关低合金化镁合金空心薄壁型材的全流程制备技术，开发出至少两种总合金元素含量 $\leq 3\%$ 低合金化高性能镁合金；开发出至少三种镁合金空心薄壁型材。

4.7 高性能镁稀土合金宽幅板材批量化制备

研究内容：重点突破大规格高品质镁合金扁锭的制备工艺及其组织调控技术，掌握大尺寸镁合金宽幅板的轧制工艺，开发适用于不同系列、不同规格尺寸的镁合金成品板材热处理

理工艺，实现面向不同应用领域镁合金宽幅板材的自主可控制备。

4.8 新型非晶钎料带材开发

研究内容：开展低温钎料、活性钎料成分设计及制备技术研究；开展合金钎料粉末成分、粒径配分及有机载体的选择对焊膏、粘带的流变性、粘结性、寿命等性能的影响规律研究；突破多种焊膏和粘带的制备技术；开发出可用于新型陶瓷、钛合金、金属基复合材料等的钎焊材料与钎焊技术；建立粉末及粘带钎料焊接工艺性能评价体系。

4.9 钯合金净化器定制化开发

研究内容：突破新型钯合金超长薄壁钯合金膜管及箔带精密塑性加工技术；集束式膜管低漏率焊接密封技术；实用化钯膜分离纯化器件设计制造技术，制造出高效率、长寿命、低能耗的氢或氙的分离纯化模块及器件。研究新型钯合金铸锭晶粒成分和组织均匀性控制技术、突破抗氢脆钯合金膜成分设计及大规模制备技术、建立高效滤氢纯化器结构定向设计和纯化装置匹配性设计规范。

4.10 贵金属电催化剂制备技术提升

研究内容：掌握贵金属合金纳米粒子组分和物相调控技术；研究使用分子筛等新型载体，将贵金属原子或纳米颗粒植入载体孔道系统，以提高电催化剂的稳定性、选择性和抗中毒性。研究单原子催化剂可控合成技术，开发新型耐高温载体材料；探索贵金属与非贵金属协同催化机制，设计多元复合催化体系；优化催化剂制备工艺，实现绿色化、智能化生产；研发高效的贵金属回收技术和工艺，建立完善的回收体系。

4.11 钛合金超细丝制备技术

研究内容：聚焦丝径控制精度不足和长期植入生物相容性两大技术瓶颈，开发无钒、无铝的新型高强低模钛合金，突破 0.02 mm 级超细丝冷拉拔工艺，研究原位表面功能化技术以促进医用钛合金超细丝生物多功能化，最终实现医疗器械用钛合金超细丝材进口替代，并形成相关加工工艺规范和材料标准。

4.12 密封片、调节片、内椎体、火焰筒、涡轮外环等热端部件产品的研制和地面考核验证

研究内容：开展碳化硅纤维增韧碳化硅陶瓷基复合材料（SiC/SiC）热端部件产品预制体成型与加工一体化技术研究，发展国产三代 SiC 纤维的预制体随形编织技术，研究基于缘板与叶身连接强度和精度要求的整体编织技术，突破复杂异型薄壁结构件的微米级界面相均匀制备技术和高晶化 SiC 基体致密化技术，发展复杂型面预制体型面检测及内部质量评价技术。为构建 SiC/SiC 热端部件产品工程化研制平台奠定技术基础。

4.13 高强、大幅面钛合金/铝合金批量化稳定生产

研究内容：开展不同爆炸复合工艺制备钛合金/铝合金层状复合材料，研究不同工艺复合材料的界面结构及结合机理；开展复合材料在不同工艺参数下的宏观及微观组织缺陷演化规律及结合率的研究，对复合板的残余应力及爆轰冲击波作用下的基复板变形行为与应力状态演化进行分析；开展复合材料在不同载荷下的协调变形及强韧化机制研究；基于上述研究，开发高结合强度、成型性优异的钛合金/铝合金层状复合材料，阐明复合材料的结合机理、强韧化机制。

4.14 航空航天用超耐温复合材料研发

研究内容：面向新型航空发动机热端部件长时高温防护需求，研发承温 1650℃ 及以上轻质陶瓷基复合材料，采用低热导/低氧扩散陶瓷、多元超高温陶瓷为高稳定组元，结合气相渗硅及原位反应烧结等技术，实现轻质陶瓷基复合材料热防护要求。开展基于硼热还原反应、碳热还原反应、原位固-液相反应等方法多元超高温陶瓷和烧绿石结构粉体的可控制备技术研究；探索制备工艺对抗氧化性能的影响规律；研究多种界面改性方法的工艺规律，揭示其提升界面结合强度的协同作用机理；针对新型航空发动机热端部件实际服役环境，揭示热/力/介质耦合环境下轻质陶瓷基复合材料长寿命服役行为及氧化损伤机理。

4.15 高性能超导材料制备及应用基础研究

研究内容：基于人工智能、先进制造技术等手段，阐明超导材料微观组织和性能的关系，探索超导材料性能优化途径和制备新工艺，提升铋系、铁基、镍基、二硼化镁等实用化超导材料的物理性能、机械性能和稳定性，探索新型超导材料，优化超导材料制备关键指标；针对核聚变、电力应用、医疗装备等应用需求，开展超导材料在不同应用场景下的性能变化规律，建立材料成分、组织结构、性能的关联数据库，为超导材料应用提供理论指导，开展超导磁体、超导电缆等优化设计，满足不同应用需求和场景。

4.16 高性能极端核辐射环境结构材料研究

研究内容：面向核能应用的强辐照、高温低温等极端环境需求，利用分子动力学模拟等技术，开展低温钛合金、ODS 钢、难熔高熵合金、钼铌合金、钨合金、锆合金等关键结构

材料的成分和结构优化设计研究及其在服役环境下的辐照损伤研究，开发合金管材、棒材等大规模工程化制备技术，为燃料包壳、堆芯部件等的长寿命、高可靠运行提供保障。

4.17 高性能极端核辐射环境探测材料研究

研究内容：面向核反应堆近场与乏燃料监测、油井测井（高温高压）、航天器在轨/深空辐射环境宽能中子探测需求，结合计算模拟与仿真技术，突破中子伽马双模探测钾冰晶石晶体和快中子探测用有机玻璃闪烁体精细合成、晶体生长、缺陷控制、高温封装、PSD 数字算法等关键技术，阐明材料组分对快/慢组分与 PSD 的影响，建立掺杂浓度/共掺与陷阱调控模型，实现 2 英寸晶体生长，高温密封封装，光学耦合与阵列化读出，制备无机高分辨热中子探测模块和高中子伽马分辨快中子探测模块，形成能段拼接，为实现极端辐射环境用宽能中子探测奠定技术基础。

4.18 高强抗热腐蚀单晶高温合金的设计与研发

研究内容：面向先进燃气轮机抗热腐蚀单晶高温合金核心需求，运用集成计算材料工程研究方法，系统考察抗热腐蚀单晶高温合金成分及其交互作用对合金微观组织、强化相析出行为、合金性能及强韧化机制、组织稳定性、抗热腐蚀机制的影响规律，发展兼顾合金抗热腐蚀性能、高温强度、组织稳定性的合金成分设计理论，建立和完善燃气轮机用高温合金的热力学和动力学模型，奠定燃气轮机高强抗热腐蚀高温合金材料设计的理论基础。提出我国新一代重型燃气轮机用高温合金成分设计和优化方案，掌握高强抗热腐蚀高温合金的设计准则。

4.19 1500MPa 级超高强钛合金棒丝材

研究内容：形成超高强韧钛合金材料体系，开发超高强韧钛合金锻件、棒丝材、管材材料产品，突破超高强韧钛合金材料突破大规格均质铸锭熔炼技术、超高强钛合金锻件、棒丝材、大规格管材制备技术，达到超高强钛合金棒丝材、管材工程化能力，应用于航空、航天结构件、连接紧固件及轴类件。

4.20 深海装备用大规格高强韧钛合金工业化生产

研究内容：围绕深海装备用高强韧钛合金性能不足、成本高昂、复杂构件焊接与成型困难等问题，开展高性能钛合金均匀性、规模化生产、大尺寸构件变形控制等关键技术研究，发展新型钛合金强化、材料利用率和新型焊接工艺，突破大规格板材轧制与均匀铸锭制备工艺、智能化焊接参数优化工艺，以及适应服役条件的高性能新合金的开发、材料低成本化及短流程加工等多项技术，建立不同应用需求的系列化钛合金体系，制备大规格耐高压环境的高强韧耐蚀钛合金。

五、新能源汽车产业领域

5.1 智能化超快充技术

研究内容：面向电动汽车分钟级高效补能需求，开展高电压平台下超快充系统的关键技术研究、重点突破高功率密度传输、高安全散热、功率模块智能协同控制等瓶颈问题，研发 40kW 高效大功率模块及具备自适应电压匹配与多端功率分配功能的超快充设备，实现单桩输出功率超过 480 kW 的高效补能、研究直流充电桩结构技术和多类型多口输出技术及基于 CHA0JI 充电接口和 2015+ 充电接口的应用和充电交互验证、研究充 - 检 - 诊一体化技术，构建充电过程的全时

域电动汽车动力电池故障诊断，健康评估，安全管理模型，形成兼顾效率、安全与寿命的高功率快充技术体系。

5.2 重型商用车高效智能换电技术

研究内容：针对重型电动卡车长续航、大电量、高出勤率的运营特征，研究标准化、模块化与自动化的重卡换电技术体系、重点攻克电池包模组化设计、接口通用化标准制定、自动化换电执行机构控制与智能调度优化等关键技术，构建基于云边协同的换电网络运行管理平台，实现车辆、电池与换电站的动态匹配与高效调度，提升能源利用率与运营效率，为重型车辆领域的规模化电动化提供技术支撑。

5.3 高电压平台多合一电驱动系统关键技术

研究内容：综合运用高电压平台架构、碳化硅（SiC）功率半导体、多物理场耦合集成及系统智能热管理等技术方法，构建电-磁-热-力多物理场协同仿真与设计平台，突破 800V 高压绝缘与安全设计、多功能控制器深度集成、SiC 控制器高频低损耗优化、系统电磁兼容性与噪声振动平顺性精准控制等底层技术，研发高度集成的电机、SiC 控制器、电源分配单元（PDU）、直流变换器（DC/DC）及车载充电机（OBC）于一体的电驱动系统，解析高开关频率下电磁干扰频谱、系统损耗分布与热流耦合机制，阐明高电压、高功率密度与系统效率、可靠性之间的协同作用规律，完成系统台架性能考核及整车搭载验证，为构建高性能、平台化商用车电驱动系统奠定技术基础。

5.4 高效率、高可靠一体化电驱桥关键技术

研究内容：综合运用大数据分析、先进材料与结构拓扑优化、高精度数字孪生仿真等技术方法，突破载荷谱智能预

测与损伤一致性建模、多目标协同轻量化设计、高功率密度集成化构型创新、系统级效率精准提升、多物理场耦合下疲劳寿命与 NVH 调控等技术。研发适用于商用车的高集成式电驱动桥系统，建立电驱动桥可靠性模型识别关键环节，开发基于数字孪生的健康状态预测与故障诊断算法，研究基于动态规划、模型预测等全局最优能量管理策略，开发商用车复杂工况自适应扭矩分配策略，研究低损耗功率电子与热管理协同控制，研究电机、电控及热管理协调控制。解析其结构-材料-载荷交互作用下的核心部件损伤机理与传动效率演进规律，阐明轻量化设计、传动链效率损失、关键部位减振降噪等长寿命高可靠运行的增效机制，完成设计可靠性验证、样机台架性能测试与整车搭载道路可靠性试验，为构建数字化、模块化、高效化的电驱动桥正向快速研发与验证体系奠定技术基础。

5.5 面向 L4 级智能驾驶的电动商用车模块化线控底盘技术

研究内容：综合运用模块化设计、人工智能、先进控制等技术，阐明多构型线控底盘动力学性能边界与多系统协调响应机制；突破模块化、高功能安全的智能电动商用车分布式驱动、线控转向、EMB 制动、主动悬架技术，研发线控底盘系统失效协同控制技术，攻克面向 L4 级智能驾驶的智驾-底盘-动力跨域融合控制技术；构建算力集中、可持续升级的先进电子电气架构，开发高通用、可扩展与智能化的电动商用车模块化线控底盘平台。为 L4 级智能电动商用车安全、可靠行驶奠定技术基础。

5.6 多材料混合车身轻量化设计与智能制造关键技术

研究内容：综合运用材料高通量计算与性能预测、一体化结构设计、数字化工艺仿真等先进手段，突破高强度钢、铝镁合金、复合材料等多材料混合车身架构的拓扑优化、性能匹配与成本均衡设计等底层技术；研究大型一体化压铸构件的“材料－结构－性能”协同设计方法、大型薄壁构件压铸工艺优化与形性协同控制技术，提升构件整体性能与稳定性；研发异质材料连接界面的精准建模技术，攻克自冲铆接、流钻螺钉、胶接共混等高性能连接新工艺，以及连接结构耐久性与失效预测等关键技术；阐明复杂工况多材料车身动态力学响应、能量吸收与失效机理，构建“材料－结构－工艺－性能”一体化设计与智能制造体系，实现多材料混合车身的高效、高质、低成本制造。

5.7 复杂交通场景下全时空连续高精度融合定位技术

研究内容：融合北斗/GPS 双模、IMU、激光雷达、视觉传感器、C-V2X 等多源异构传感器数据，构建复杂交通场景下全时空连续融合定位模型，重点突破城市峡谷场景中 GNSS 信号反射或遮挡导致的定位漂移问题，研发基于激光雷达辅助的 GNSS 误差补偿技术；针对隧道内无卫星信号场景，设计 IMU 与激光雷达紧耦合定位方法，融合网联环境下 C-V2X 信息，抑制 IMU 零偏漂移导致的定位精度下降；研发定位系统动态鲁棒性调整模块，基于场景识别结果自适应调整多源传感器数据融合权重，实现定位中断时的快速恢复；构建定位失效预判机制，结合 C-V2X 在北斗/GPS 信号中断时触发网联协同应急定位；开展多场景下定位系统与自动驾驶控制模块的协同测试，明确不同场景下定位精度需求与自动驾驶路径跟踪误差的关联关系，满足高等级自动驾驶对定位

连续性和精度的需求。

5.8 车端大模型参数压缩与轻量化推理技术

研究内容：针对车端硬件平台有限算力、低功耗、低时延的核心需求，开展自动驾驶大模型结构化剪枝、知识蒸馏等技术，在保证模型性能的前提下降低参数量与计算量；研发车端异构算力适配的推理引擎优化方法，通过算子融合、内存复用、算力调度策略，提升算力利用效率；突破推理过程动态算力分配与能效控制技术，基于自动驾驶任务优先级动态调整算力资源占比，在低负载场景下降低算力输出以减少功耗，在高负载场景下提升算力输出以保证实时性；研发大模型与自动驾驶任务的协同推理模块，实现多模型并行推理、推理结果缓存与复用，解决车端算力不足与大模型高算力需求的矛盾；开展车端大模型推理系统与车载硬件平台的适配测试，验证在不同交通场景下推理时延、功耗与模型精度的平衡关系，实现车端大模型推理的低时延、高能效，满足实时自动驾驶任务需求。

5.9 基于数字孪生的自动驾驶虚实融合测试技术

研究内容：基于多源真实交通环境数据构建覆盖道路、交通参与者、自然环境的高保真交通数字孪生模型；突破虚实场景数据实时交互与时间同步技术，优化数据传输链路，实现虚拟场景与实车硬件的数据低延时交互；建立自动驾驶算法虚实协同测试闭环机制，通过虚拟场景生成突发障碍物、违规变道、行人横穿等多样化测试用例，将实车算法决策结果反馈至虚拟场景，验证算法在虚实混合场景下的响应一致性；构建测试结果有效性评估指标体系，包括算法决策一致性、控制指令误差、故障复现准确率；研发数字孪生测试平

台，解决自动驾驶测试场景覆盖不全、真实测试成本高、高风险场景实车验证难的问题。

5.10 电池数字孪生仿真与测试平台开发

研究内容：明晰电池机－电－热耦合机理，研究电池电化学、热力学、机械行为和寿命老化的耦合仿真技术，开发高精度电池数字孪生模型。设计涵盖极端温度、高负载、快速充放电等多工况的测试方案，评估电池在复杂工况下的安全性、稳定性和耐久性。研究电池故障注入技术，模拟电池短路、过充、过放等异常状态，开发故障注入测试系统，分析故障注入对电池性能和安全性的影响，测试电池管理系统（BMS）的故障诊断和响应处理性能。研究电池系统软硬件结合测试技术，开发软硬件结合的自动化测试平台，模拟实际运行环境，对电池系统整体性能进行测试和评价。

5.11 高导固态电解质与界面调控的固态电池研发

研究内容：面向交通运输装备绿色化与高效化发展需求，聚焦固态电池在复合储能系统中的核心支撑作用，开展关键技术研发。重点研究高离子电导率固态电解质材料设计，结合交通运输对储能材料的稳定性要求，优化电解质组分与微观结构，探索适配高镍/磷酸锰铁锂正极、硅－碳负极的材料体系，同时攻关批量制备工艺，解决制备过程中材料均匀性与一致性难题，确保规模化生产可行性。深入分析锂金属与固态电解质的界面反应机理，针对界面阻抗过大、锂枝晶生长等问题，开发界面修饰技术与保护层制备工艺，通过调控界面化学环境提升界面稳定性。在此基础上，研发高能量密度固态动力电池，优化电极层状结构与电池封装工艺，重点考虑交通运输场景下的振动、温度变化等工况，确保电池

结构适配性与长期运行可靠性，为锂-氢复合储能系统提供高性能储能核心部件。

5.12 高功率密度氢燃料电池发动机系统研发

研究内容：针对交通运输装备对持续稳定动力的需求，开展支撑锂-氢复合储能体系的燃料电池关键技术研发。研究燃料电池电堆核心部件选型与设计技术，分析膜电极、3D金属双极板的性能匹配特性，设计适配不同运载功率场景的流场结构，优化电堆内部气体传输路径与反应空间，实现宽功率区间内的高效能量转换。开发燃料电池高效辅助系统，构建空气供给模块（含气体净化、流量动态调控）、氢气循环模块（含纯度监测与循环效率提升）及热管理模块，研究各辅助模块与电堆的协同运行机制，实时响应电堆功率变化需求。开展高动态响应燃料电池系统设计研究，通过模块间控制逻辑优化，提升系统对交通运输过程中功率波动的适应能力，保障燃料电池在复合储能系统中稳定发挥动力补充作用。

5.13 锂-氢复合储能系统耦合设计与场景适配技术

研究内容：针对多能融合、高安全的交通运输能源供给体系构建需求，开展锂-氢复合储能系统核心技术研发。研究锂-氢复合储能系统多尺度耦合设计方法，分析固态电池与燃料电池的材料兼容性，优化高能量密度固态动力电池、高动态响应燃料电池的结构匹配关系，建立多能源协同工作的整体设计框架，实现材料、部件、系统各组成部分高效衔接。开发复合储能动态能量管理策略，结合重卡、低空飞行器等典型运载场景的功率需求特征，研究不同工况下锂-氢能源的智能分配逻辑，实现能量输出与运载需求的精准匹配。

构建热 - 电 - 安全一体化管控平台，建立系统多物理场耦合模型，实时监测热场、电场分布及安全状态参数，实现系统运行风险预警与管控。开展模拟场景适配性研究，完成重卡重载、低空飞行器续航等需求系统设计验证评估，支撑多元化交通运载应用。

六、医工交叉领域

6.1 蛋白质-核酸结合过程相关的生理过程的方法与应用

研究内容：基于 AI 的蛋白质 - 核酸互作预测与设计及其在罕见病与线粒体基因编辑中的应用，旨在突破蛋白质与核酸相互作用动态过程复杂、难以解析及精准调控的遗传学瓶颈问题。其现实应用场景包括基因编辑工具的优化设计、核苷酸药物设计、罕见病基因组变异解析、斑马鱼模型中的罕见病致病机制研究以及线粒体基因编辑策略的创新探索等。核心目标是发展 AI 赋能的蛋白质 - 核酸互作预测与设计新方法，为精准调控基因表达、揭示罕见病及线粒体遗传疾病的分子机制、并开发创新治疗策略提供理论基础与技术支撑。

6.2 疾病-生物力学专病数据库构建及相关模型规律研究

研究内容：瞄准疾病生物力学数据碎片化、标准缺失、机制不明的共性瓶颈，以“力学 - 生物学耦合”为主线，贯通影像 - 力学 - 临床 - 分子多模态信息，构建肿瘤、心血管、骨骼等典型疾病的高维度、时序化专病力学数据库与计算模型。综合运用弹性成像、高通量组学及人工智能算法，系统解析力学微环境驱动疾病演进的关键节点与因果链，发现力

学生物学新规律，建立可解释、可泛化、可干预的精准诊疗新范式，为心血管斑块破裂、骨质疏松性骨折、肿瘤侵袭转移等临床场景提供风险评估、疗效预测与靶点发现一体化解决方案。

6.3 细胞智能物理微环境工程技术

研究内容：细胞智能行为在调控机体功能及重大疾病干预中具有关键作用。针对传统细胞培养难以复现体内刚度、拓扑、流体力等多维物理微环境的瓶颈，通过系统构建亚细胞-单细胞-群体细胞跨尺度智能行为研究范式。综合运用微纳制造、智能材料、生物传感与人工智能算法，打造可动态耦合基质硬度、空间限制度及流体黏度三维协同可调的智能生物反应器与培养支架；建立细胞智能基础理论、数学动力学模型及算法框架，开发高保真仿真演示系统，解析细胞-微环境双向反馈机制，发现基于细胞智能行为的新型靶标，为肿瘤转移、药物肝毒性等重大慢病模型构建与细胞命运精准调控提供工程化平台。

6.4 类脑智能及神经功能障碍的防控及干预机制

研究内容：综合运用人工智能（类脑计算、深度学习、多模态数据融合算法）、神经科学（脑影像学、电生理学、分子神经生物学）、生物医学工程（类脑芯片、数字生物标志物检测技术）等前沿方法，构建标准化神经功能障碍多模态数据库（涵盖脑结构影像、脑功能连接、神经电活动等信息）及类脑智能模拟体系，突破神经功能障碍早期数字生物标志物挖掘、脑网络异常模式识别、类脑芯片神经功能模拟与替代、物理-药物联合干预方案优化等底层核心技术。研发基于类脑智能的神经功能障碍诊断模型、脑功能模拟类

脑芯片系统及精准干预决策模块，解析认知衰退等神经功能障碍的脑网络损伤机制、神经环路异常规律，建立覆盖“早期筛查－机制解析－功能模拟－联合干预”的全链条神经功能障碍研究与干预体系，为解决神经功能障碍早期诊断标志物缺乏、干预手段有限的瓶颈提供技术支撑，助力认知衰退早期数字生物标志物挖掘、基于类脑芯片的神经功能替代等场景应用。

6.5 牙周疾病与神经退行性疾病的相互作用机制及双向调控模型

研究内容：综合运用人工智能算法、多组学分析、临床流行病学等技术方法，构建牙周疾病与神经退行性疾病（以阿尔茨海默病为主）的标准化关联数据库，突破跨器官病理信号识别、疾病风险预测模型构建、干预效果智能评估等关键技术，研发基于机器学习的“牙周－脑轴”双向调控分析工具，解析牙周炎症因子、口腔微生物代谢物对神经退行性病变的影响路径，评估口腔干预措施对认知功能的保护效应，为建立通过口腔健康管理延缓神经退行的新范式奠定基础。

6.6 基于多组学微环境特征的肺癌免疫治疗疗效智慧预测平台

研究内容：针对目前免疫检查点抑制剂治疗精准度和有效率不足的瓶颈问题，整合基因组学、蛋白组学、病理组学、影像组学等多组学信息，挖掘肿瘤微环境的免疫特征、力学特征等新型特征，实现影像组学对其他组学特征的人工智能映射；解析肿瘤动态演进中肿瘤微环境免疫特征与力学特征的变化，研究肿瘤细胞、免疫细胞等响应肿瘤微环境力学特征的机制；整合免疫特征和力学特征的多组学、多模态数据，

结合人工智能的方法，构建 AI 驱动的免疫检查点抑制剂的优势人群的筛选模型以及基于影像映射的免疫检查点抑制剂的疗效预测智慧平台，辅助临床决策。

6.7 靶向“免疫-物理”特征提升通用型 CAR-T 在实体瘤中的疗效

研究内容：综合运用临床样本库、分子生物学及免疫细胞工程等技术方法，针对实体瘤致密基质、异常力学环境和免疫抑制微环境等导致 CAR-T 细胞浸润困难、活性受限的核心问题，构建靶向“免疫-物理”特征的通用型 CAR-T 设计与评价体系。通过智能算法筛选并整合肿瘤组织的多模态力学-免疫图谱，揭示肿瘤微环境中基质刚度、胞外基质组成及免疫因子间的耦合关系；在此基础上，设计具有力学感知与微环境自适应能力的新型 CAR 结构或辅助模块，实现对局部基质降解、免疫抑制因子中和及细胞代谢耐受的协同调控。通过体外 3D 肿瘤模型及原位动物模型系统验证其穿透性、持久性与杀伤效率，并评估在肝癌、胰腺癌、肺腺癌等典型实体瘤中的治疗潜力。进一步结合 AI 驱动的 CAR 信号动力学建模与多维组学数据分析，构建标准化 CAR-T 性能评价数据库，为实现 CAR-T 在不同实体瘤类型中的通用化和精准化应用奠定理论与技术基础。

七、增材制造领域

7.1 基于三周期极小曲面（TPMS）换热器的增材制造设计与制造验证

研究内容：以航空航天下一代高效换热器为应用背景，综合运用换热设计仿真、TPMS 结构增材工艺开发、热效评价等方法，开展 TPMS 结构流动换热设计、隐式建模方法、随

形结构设计及拓扑优化、超薄壁增材制造稳定性工艺、内流道打印表面精整及后处理技术研究，突破高效 TPMS 结构在换热器应用上设计 - 制造 - 验证的方法及流程，构建多种典型 TPMS 换热结构，为构建高效 TPMS 换热器增材制造在航空航天等领域的快速研发奠定技术基础。

7.2 航空发动机宽弦空心风扇叶片增材制造技术研发

研究内容：本项目拟开展对开结构钛合金宽弦空心风扇叶片结构与制造工艺研究工作，综合固相增材制造、叶片热近净成形技术、扩散焊接头无损检测技术、叶片几何尺寸测量技术等关键技术，突破扩散焊形性共控，难以精密热成形，叶片质量和尺寸精度评估无质量标准等技术难题。依次开展精密扩散焊技术和焊接接头疲劳性能评价预测技术研究；从工艺和装备相结合方向同步开展热扭转成形、精密热成形和精密净成形技术研究及专用精密热扭转 - 热成型一体化装配研制；完成扭曲变壁厚变截面叶片超声检测系统化超声检测，制定相应的评价策略和评价标准、补偿模型。最终实现宽弦空心风扇叶片扩散焊、热成形的高精度、高可靠制造，结合试验考核，优化空心叶片设计结构及制造工艺，形成空心风扇叶片工艺路线及关键工序控制方法，为航空发动机研发提供核心技术支持。

7.3 多层微电子复合结构多材料 3D 打印技术与装备

研究内容：面向新一代电子电路曲面功能结构多材料一体化制造的应用需求，重点开展低介电高性能聚合物介质材料与导电材料多层耦合制造技术与装备研究，研制兼容介质（聚醚酮/聚酰亚胺等）、电子功能（银浆/碳浆等）等多材料耦合一体化打印的 3D 打印新装备，开发基于人工智能的

电子微结构特征检测与多工艺控制集成系统，突破“介质层－电子功能层－介质层”的多层微电子耦合增材制造关键技术，研究多层电子功能结构的功能在温度等极端环境因素下的性能演变规律，建立面向航空、航天、通讯领域等多层电子电路多功能器件一体化制造新方法。

7.4 碳纤维增强热塑性复合材料高效混合增材制造技术

研究内容：综合运用多物理场仿真、在线监测与控制、人工智能等技术，开展基于碳纤维增强热塑性复合材料自动铺丝与 3D 打印的混合增材制造工艺与装备研究，突破大型复杂构件低应力变形铺放、多材料/多工艺界面协同融合、孔隙生成演化规律与调控技术，阐明热－力－流多场耦合作用下的界面融合机理、结晶演化规律、残余应力与孔隙率控制机制，建立兼顾制造效率、成型精度与力学性能的工艺规范与质量控制体系，为航空航天领域大型复杂构件的快速制造、在役修复与高性能连接奠定技术基础。

7.5 个性化医疗器械及生物打印技术

综合运用医学影像重建、人工智能建模、多材料增材制造、仿真模拟与力学生物超材料设计等技术方法，构建从医学影像到个性化医疗器械产品快速成型的数字化制造链条。旨在解决个性化医疗器械设计周期长、传统制造成本高及生物打印组织功能化不足等关键瓶颈，重点突破负重骨缺损修复中多尺度力学环境匹配与功能结构一体化设计难题。研究将围绕力学生物超材料的个性化结构设计与仿真优化，构建具有梯度孔隙、可调模量及力学异向性的结构体系，实现生物力学性能与组织再生功能的同步调控。发展“影像驱动－

AI 建模—仿真预测—多材料制造—体内验证”的一体化制造体系，通过有限元仿真与机器学习协同，实现个体化植入物在受力、变形及生物整合行为上的精准预测与设计迭代。推动生物打印由结构仿生向功能仿生和力学个性化方向演进，为骨科、颌面及软组织修复提供高精度、可转化的制造技术路径。

八、智能制造

8.1 省级大模型与智能体开放平台关键技术研究

研究内容：（1）研究开源框架（如 MindSpore、PaddlePaddle、PyTorch 等）与国产编译器、推理引擎的深度适配方法，形成国产化可控的模型训练与服务能力；（2）构建“一平台两中心三库”的技术架构；（3）构建基础模型（语言、视觉、代码、音频）与行业专用模型（政务、制造、医疗、教育）双路线发展体系，形成跨模态、跨任务、跨领域的模型协同与迁移机制。研究智能体的自适应任务分解、工具调用与多智能体协同决策机制，构建支持插件化扩展与知识增强（RAG）的智能体开发生态；（4）制定数据治理、安全合规与可信评测标准，发布大模型安全与伦理指引，建立可控、可信、可验证的评测体系；（5）开展示范工程与工程化验证，推动模型平台与城市大脑、工业互联网、教育科研平台等关键系统的深度对接，形成具有开放性、可持续性和产业带动效应的省级人工智能生态体系。

8.2 基于大小模型和知识图谱融合的新能源车高精齿轮加工工艺智能快速创成

研究内容：研究基于大小模型协同的多模态工艺数据解析与知识抽取、自动化构建工艺知识图谱方法；研究零部件

加工质量预测、基于大模型与知识图谱融合的工艺路线-参数智能推荐方法；研究基于大模型语义解析、工艺特征映射与参数化绘图方法，形成工艺文件与工序简图自动化生成等技术；研究教师-学生知识蒸馏与轻量级架构协同、基于动态剪枝与量化的自适应模型压缩等降低计算资源开销方法，研制基于大小模型与知识图谱融合的零部件加工工艺智能创成平台。

8.3 多模态融合的双臂自主作业医疗机器人关键技术

研究内容：面向医疗服务中非结构化场景机器人智能化与类人化的操作需求，探索人类动作到机器人动作的端到端映射机理；研究医用复杂、动态环境下机器人自主移动、多模态传感器数据融合的环境感知、精准定位与精确导航、双臂移动机器人的全身协同运动策略生成、手眼协调的视觉伺服精细操作控制、双臂交互操作控制等关键技术，减少人为干预，提升复杂环境适应能力；开展多机器人信息共享协作技术研究，保证多智能体间交互协作；面向操作任务过程的不确定性，建立鲁棒的长时序规划框架与相应的校准评估技术，为智能化医疗服务机器人的开发奠定技术基础。

8.4 面向高端医疗高分子薄膜材料高密度极锥微孔群紫外超快激光高质高效智能加工技术与装备

研究内容：研究面向医疗高分子薄膜材料高密度极锥微孔群紫外超快激光高精度高效率一致性加工技术；研究激光加工过程视觉在线监测与加工质量同步智能检测技术；研究大幅面材料激光加工智能路径规划与拼接技术；研究超快激光飞行加工与机床多轴协同控制技术。融合机器学习技术，形成不同厚度薄膜材料功能单元全自动高效高质量加工

工艺并完成装备集成。

8.5 通用具身智能体平台与一体化试验验证体系构建

研究内容：（1）面向智能制造、公共服务与特种作业等多场景需求，研发“通用具身智能体平台”，实现从硬件到算法的系统级协同创新；（2）研究具身智能的统一体系架构与模型接口标准，建立跨形态、多任务、跨场景的具身智能数据规范与开放评测体系；（3）突破具身智能体的多模态感知、空间理解与动态规划等关键技术，构建融合强化学习、模仿学习与混合训练的一体化智能体训练体系，实现从仿真环境到真实环境的迁移学习机制；（4）研发高可靠的具身智能控制操作系统，支持分布式感知融合、任务决策调度与安全防护，形成软硬件一体的标准化平台架构。建设“具身智能一体化试验平台”与开放测试环境，完善人机协同安全认证、压力评测与工程化示范，面向工业制造、服务、特种作业等领域形成可复制的行业化解决方案与生态合作机制。

九、新一代信息技术领域

9.1 车路云人协同的多域融合测试验证与智能协同控制技术研究内容：面向智能交通与车联网协同应用，构建车-路-云-人多域融合的智能协同控制体系，形成从感知、决策到执行的全链路闭环架构。研发多传感器融合感知与轨迹预测模块，融合激光雷达、毫米波雷达、视觉和 V2X 通信信息，实现厘米级高精定位与动态目标识别。构建端云一体化仿真与验证平台，沉淀数百种典型交通与极端环境场景库，形成虚实融合的自动化闭环测试与验证体系。研究边端协同的实时调度机制与智能通信协议，突破低时延大带宽场景下

的边云协同计算与任务分配技术瓶颈。建设园区－市区－高速三级示范链条，统一数据格式与接口标准，推动地方性法规先行先试与技术标准发布。打造可持续进化的车－路－云－端协同平台，支持算法 OTA、智能安全运营与异常态响应。

9.2 面向云一边一端一体化的国产异构智能芯片设计攻关

研究内容：面向新一代智能计算需求，开展国产自主可控的云－边－端一体化异构智能芯片体系攻关。研究 CPU+GPU+NPU 深度融合架构，形成兼顾通用计算与智能推理的混合 SoC 设计方案。突破片上网络（NoC）与 Chiplet 互联技术瓶颈，探索高带宽、低延时、可扩展的多芯片协同通信结构，构建系列化云端、边缘端与终端芯片产品谱系。研发支持编译优化、调度策略与算子融合的全栈软件系统，包括编译器、中间表示（IR）框架、自适应调度模块及算子库，实现图级优化、自动并行切分与异构协同执行。攻克 2.5D/3D 封装与 HBM 高带宽存储接口技术，实现高能效互连与高密度集成；构建芯片级功耗管理与可靠性增强机制，提升复杂算力任务下的长期稳定性。完成板卡级样机与系统集成验证，部署支持千亿参数级模型训练的高性能云端智算加速芯片，并在区域云计算中心、大型科研平台及智能制造车间进行示范应用。

十、航空航天航海领域

10.1 大型低成本固体运载发动机关键技术

研究内容：针对未来大型固体发动机低成本技术发展需求，突破大型低成本固体发动机结构设计、材料研制等关键技术。开展大型低成本固体发动机总体优化设计、低成本固

体推进剂、低成本喷管复合材料等关键技术攻关，支撑大型运载火箭和低成本快速进入空间装备的发展。

10.2 重复使用火箭发动机狭小空间无损检测方法研究

研究内容：针对重复使用液体火箭发动机快速使用维护需求，开展狭小空间内发动机裂纹、损伤、烧蚀等情况快速检测方法研究，完成狭小空间及发动机内腔检测方法验证，为重复使用发动机提供快速检测手段，支撑重型运载与可重复使用运载器发展。

10.3 超重载运输机薄壁构件高强承载机理与轻量化设计技术研究**研究内容：**面对超重载任务下机体结构轻量化和高承载要求，突破高强轻质材料与结构优化设计技术。研究建立超大型飞机壁板结构的高精高效参数化模型，揭示载荷传递路径与大型薄壁构件失效的耦合机制，攻克蒙皮-长桁-框组合式超大结构优化设计方法，开展样件制备及实验验证，为新一代超重载运输机的研制提供坚实支撑。

10.4 宽速域旋转爆震/缓燃多模式燃烧组织技术

研究内容：面向超高速飞机和空天往返可重复使用运载器重大方向对高性能吸气式宽域组合动力的迫切需求，突破宽速域旋转爆震和缓燃多种燃烧模式共用的燃烧组织技术，形成宽速域高性能燃烧室设计方法，完成宽速域典型工况燃烧室性能仿真和地面试验验证，为宽速域吸气式组合动力提供高性能燃烧组织技术支撑。

10.5 双模态核热推进反应堆系统概念设计与关键技术研究

研究内容：提出双模态核热推进反应堆系统概念设计方案，完成反应堆系统不同模式下的性能仿真分析；建立紧凑

型空间堆多物理耦合计算方法，突破基于中子输运方法的堆芯核热力多物理场高效耦合技术，完成空间堆多普勒效应与热膨胀效应协同反馈机制研究，及对堆芯反应性反馈的协同机理。

10.6 低轨跨星座智能任务管理与弹性组网运管技术

研究内容：低轨卫星星座技术对构建国家空间信息网络、抢占低轨资源具有重大战略意义，星座任务管理与组网是其中重要关键技术。研究跨星座星上智能任务管理技术，实现异构载荷的实时协同调度与任务冲突化解，突破分布式自主测控站网与星间中继技术，实现星座智能弹性组网与运管。攻克大规模星座自主管控、低成本高效组网等核心技术，解决天基物联网应用瓶颈。

10.7 高性能太阳能无人机能源智能管理技术

研究内容：针对太阳能无人机的能源管理与长航时飞行这一瓶颈问题，重点攻克高效太阳能电池板设计与能源转化技术，分布式储能电池智能能源管理技术，保障跨季节不同日照条件下的长航时飞行能源供给。旨在解决高效能源获取与持久动力输出等关键技术瓶颈，支撑准卫星模式的常态化长航时无人机运行。

10.8 复杂环境飞行器大攻角高雷诺数湍流的高效高精度智能预测

研究内容：针对飞行器在高雷诺数分离流场状态下湍流结构复杂、尺度跨度大、非线性强等关键难题，构建融入多源数据的人工智能湍流高效高精度预测模型，实现对复杂湍流结构的准确模拟与气动力的准确评估，建立适用于高雷诺数分离流场的人工智能湍流封闭模型，形成面向极端大气湍

流灾害预报的高效、可解释、物理一致的湍流模拟新范式，支撑飞行安全控制与航空器设计。

10.9 深远海微弱目标感知与识别技术

研究内容：深度融合水声物理、阵列信号处理与人工智能等前沿技术，开展从“机理－硬件－算法”的一体化技术研究。构建高保真深海声传播模型，揭示复杂环境对声信号的影响机制；研制耐高压、高灵敏的深水换能器与高增益水声阵列，提升信号收发能力；发展强干扰下的微弱目标智能检测与识别新方法。攻克复杂环境下微弱目标感知与识别技术瓶颈，全面提升我国对深远海的态势感知与信息掌控能力。

10.10 无人水下航行器新型分布式泵喷推进系统的流场和水动力噪声特性研究

研究内容：针对装配分布式泵喷推进器的航行器，开展推进器流场特性和水动力噪声特性研究。建立基于大涡模拟的流场数值仿真模型，阐明分布式推进器复杂湍流精细结构的生成及演化机制；建立螺旋桨表面声源分析方法，揭示推进器之间相互作用致声机理；开展分布式泵喷推进器水动力－噪声的多目标优化设计，并开展实验验证。

10.11 航空航天智能装备设计制造技术与产业化

研究内容：（1）构建“一体两翼”商业航天产业带，提升可重复火箭与商业卫星规模化发射能力；（2）构建“一核心七链条”航空制造体系，提升大飞机整机及配套能力；（3）强化无人机自主控制与适配能力，拓展民用市场；发展低空经济与电动垂直起降飞行器（eVTOL）；（4）推动数字化转型与智能制造。

10.12 全海深探测与资源开发关键技术研发及装备产业化

研究内容：（1）实现全海深（11000 米）常态化科学探测，构建覆盖全球主要海区的立体观测网络；（2）实现商业化深海矿产资源（多金属结核、稀土等）试开采，推动天然气水合物（可燃冰）安全开采；（3）建立中国主导的深海环境监测与保护体系；（4）增强在国际海底管理局（ISA）等组织的话语权，主导 1-2 项深海技术国际标准。5. 提升深海国防应用能力（如深海监听、救援）。