

# 2026 年度陕西省重点科技攻关项目（第一批） 指南（基础前沿领域）

## 一、极端条件道路工程领域

### 1.1 极端环境下交通铺面材料—结构性能演化机制与协同延寿技术

研究内容：面向极端环境下严苛冻融、干湿循环与动力荷载的耦合作用，研究交通铺面材料与结构的物化特性演化规律、多尺度损伤特性和性能退化机制；针对极端温度场、湿度场、应力场的时—空循环作用，探明极端环境交通铺面结构耐久性控制指标；建立极端环境下交通铺面材料与结构的韧性协同服役理论，提出交通铺面服役寿命预测方法；开发高抗滑、高耐候等交通铺面材料，提出极端环境下长寿命交通铺面的材料—结构一体化韧性设计方法。

### 1.2 极端环境道路工程工业化建造技术

研究内容：研究极端环境道路工程智能设计与建造过程管控、道路工程工业化/装配化建造技术。解决传统施工方式在高原高寒等极端环境下严重依赖人工、效率低下、质量可控性差、安全风险高以及资源消耗大等发展瓶颈，实现川藏铁路等世纪工程的智能设计与全生命周期数字化管控，以及跨海桥梁隧道等大型结构的工业化预制与快速装配化施工，构建起“感知—决策—执行”一体化的智能建造体系。

## 二、具身智能领域

### 2.1 星上智能计算通用载荷研究

构建星上类脑智能计算通用载荷，设计星载类脑智能计算载

荷硬件系统，集成抗辐射加固电路、事件驱动型任务调度机制和动态功耗调控模块，实现单星算力和功耗并行的高能效比计算能力。突破星上类脑计算架构下的多源异构数据实时处理技术，开发支持光学/雷达遥感、ADS-B/北斗通信、GNSS 导航信号的统一感知－决策－控制模型，构建包含 100+标准测试集的在轨验证体系。研制具备自主学习能力的星载 AI 加速器，实现卷积神经网络、时空注意力机制的混合部署，形成覆盖卫星全生命周期的智能运维解决方案。

## **2.2 大范围开放环境中机器人自主协同技术**

研究内容：面向大范围的未知开放环境，研究面向机器人的实时环境状态估计方法，突破机载算力条件约束下的实时目标信念状态估计。研究部分可观测条件下的机器人自主决策和人机增强协同技术，在大范围未知环境中实现机器人高效任务规划。研究大范围开放环境中机器人高效协同技术，实现多体异构机器人的高效任务分配和协同作业。面向真实环境，构建典型的大范围开放环境高逼真仿真平台，并在真实环境中进行示范验证。

## **2.3 基于混合 AI 的具身机器人认知导航方法**

研究内容：围绕“混合 AI”技术框架，融合多模态大模型的知识推理能力与经典导航算法的鲁棒性，开展具身机器人自主导航方法的研究，解决复杂动态环境机器人导航全局先验信息缺失、异构障碍物密集分布导致的路径规划效率低、导航可靠性不足等问题，重点突破基于快慢系统思考的认知决策、具有上下文记忆的未知探索、基于扩散策略的动作生成等关键技术，提升机器人在未知及动态场景中的环境理解与决策能力。通过混合 AI 方法的协同优化，增强机器人导航的泛化性与适应性，为实现复杂场景下高效、可靠的自主导航提供理论支持与技术途径。

## 2.4 面向复杂场景的机器人多传感融合环境感知技术

研究内容：本项目旨在攻克未来高对抗、强干扰、GPS 拒止的复杂环境下，机器人“看不清、看不懂、行不稳”的核心难题。研究将运用基于 Transformer 架构的自适应时空图神经网络融合方法，构建一个集高维感知与实时重建于一体的闭环感知系统。本研究将重点突破异构传感器的深度时空对齐与抗干扰融合技术，解决烟尘、暗光、电磁干扰下的感知失效问题；突破基于神经辐射场的实景快速语义三维重建技术，实现对动态变化环境的瞬时高保真建模；并突破端侧轻量化视觉语言大模型的推理技术，使机器人不仅能“看懂”环境，更能理解高级任务指令。最终研发一套“全域感知 - 即时建模 - 主动识别”一体化的机器人多传感器融合系统。

## 2.5 人形机器人人类操作的环境感知及其与环境智能交互研发

研究内容：旨在解决人形机器人在非结构化、动态环境操作时理解不全面、不精细的瓶颈问题，综合应用人工智能、先进传感器技术、人形机器人技术，研发多模态感知与环境语义理解算法，实现基于视觉、触觉、力觉与深度信息融合的目标识别、动态障碍跟踪及任务语义解析；研究在非结构环境中目标识别及 6D（3 维位置+3 维姿态）定位技术，非结构化环境高精度构建技术，人形机器人与环境交互技术，使机器人具备类人在非结构化环境中的环境认知、情景理解、智能交互能力，为人形机器人在非结构化环境中的类人作业提供技术基础。

## 2.6 人形机器人双臂协调运动规划研发

研究内容：针对移动人形机器人平台，研究在非结构化动态环境中实现高精度、高效率双臂协同作业的关键技术；重点突破

移动基座上双臂系统的动态平衡控制、多障碍物环境下的实时避障、双臂间精细操作的协同规划与力位混合控制等核心难题；综合运用全身动力学建模、最优控制与实时优化、多传感器融合感知、任务分配与运动规划，以及强化学习与自适应控制等关键方法，构建具备高鲁棒性与自学习能力的双臂协调运动规划系统；研究内容涵盖移动基座与上肢系统的全身动力学协同建模、双臂协调任务分配与路径优化、力控与位控一体化混合控制，以及在线学习与自主决策机制设计；构建面向复杂装配、协同搬运与危险环境检修等典型任务场景的双臂运动规划与控制框架，实现全身姿态稳定、路径冲突消解、末端协作精准控制及柔顺操作；为工业装配、物流搬运、极端环境作业等提供技术支撑和系统验证平台。

## 2.7 基于多模态智能的人形机器人人机交互系统

研究内容：综合运用人工智能、多模态感知、情感计算、认知推理与自然语言理解等技术方法，构建具备情境自适应与多维融合能力的人形机器人人机交互系统。针对意图识别不准、情感共鸣不足、对话不自然等瓶颈问题，突破情感语义理解、上下文推理、动作意图感知及跨模态特征对齐等关键技术。研发多模态融合的意图识别与语义决策模型，实现语义、情绪与行为意图的精准感知与自然响应。建立语言—动作一体化协同控制机制，开发具备力觉感知与物理交互能力的反馈系统，实现安全、柔顺、可预测的人机协作。构建自适应交互策略优化体系，使机器人在复杂环境中实现行为持续学习与策略进化，形成集情绪感知、语义推理、动作理解、安全力控与策略优化于一体的具身智能交互框架，为陪护照料、客户引导、教育辅助等典型场景中的自然、可信协作提供核心技术支撑，奠定人形机器人智能交互研发基础。

### 三、量子科技领域

#### 3.1 量子比特高精度调控与量子动力学模拟研究

研究内容：面向量子模拟和量子计算等前沿领域，聚焦量子比特高精度校准与调控和量子光学效应与量子热力学，围绕量子系统动力学与量子线路实现等核心问题开展研究。研究量子系统动力学行为，开发量子线路优化算法与编译技术，建立面向噪声环境的容错设计方法；发展量子比特快速自动化校准与高精度调控技术，探索新型量子比特架构与制备工艺；开展复杂量子系统的模拟研究，实现量子光学效应与量子热力学过程的精确模拟；设计量子热机、量子电池等热力学器件原型，推动量子技术在材料设计、信息处理等领域的应用突破，推动量子信息技术从理论探索向实验验证、原型应用转化。

#### 3.2 高性能量子存储及量子中继研究

研究内容：针对量子信息在远距离量子通信中的信息损耗问题，开展高性能量子存储和高效量子中继研究，研究高效率、长寿命、大容量和高保真度等综合指标优异的量子存储器实现方案，开展多路径复用型量子纠缠态产生、存储和探测的新理论和新技术研究，探索利用拓扑保护特性的量子态提升量子存储器性能的新方法，突破多路径复用量子态高效率存储的关键技术；结合高性能量子存储和高兼容性量子光源，研究多模式量子纠缠交换的新机制与新方法，演示高效量子中继，验证多路径复用纠缠交换在量子纠缠分发中的优越性。

#### 3.3 高性能量子密钥分发技术研究

研究内容：开展高维量子纠缠和高维导引理论、高维量子纠缠分发及高维量子密钥分发（QKD）应用研究，在高维量子导引和高维量子资源理论方面取得突破，解决高维量子态制备与探测、

高维信息编码等关键技术，实现高维量子纠缠分发与高维 QKD 等应用场景的演示验证；开展自由空间大气效应下连续变量量子信号传输机制研究，设计高性能自由空间连续变量量子密钥分发方案，突破全天时自由空间高精度连续变量信号编码发送技术、低噪连续变量解码与信号接收技术、连续变量量子密钥分发（CVQKD）抗干扰数据处理等关键技术，研制全天时自由空间 CVQKD 收发系统，开展全天时自由空间 CVQKD 大衰减信道安全成码实验验证。

### 3.4 量子精密测量

研究内容：研究高精度时间频率测量、量子传感器及量子惯性测量。解决传统测量技术在精度与灵敏度上逼近物理极限的发展瓶颈，应用场景包括深海潜航器的无源自主导航、地下资源精准勘探、基于更高精度时间基准的金融网络与通信系统同步，对暗物质、引力波等极端物理现象的探测，预期目标是利用量子压缩与态叠加等特性，实现比经典技术高数个量级的测量精度与灵敏度，建立新一代超高精度计量与感知体系。

## 四、人工智能领域

### 4.1 面向新型催化材料的高通量实验与智能计算融合的“设计—合成—表征—应用”全流程研发体系研究

研究内容：构建“设计—合成—表征—应用”全流程智能化催化剂研发范式，突破人工智能驱动的催化剂创制与工业化应用技术壁垒，解决催化剂理性设计周期长、构效关系解析难、新型催化材料应用场景不足的行业痛点，以及催化剂智能设计算法不成熟、高效可控制备工艺缺乏、多相催化机制多维解析不足的技术瓶颈，

### 4.2 异构片上自学习芯片与高效训推一体工具链

**研究内容:**面向无人系统在开放环境与跨场景下持续自主执行任务的核心需求,研究异构片上自学习芯片架构与高效训推一体化工具链。重点突破超轻量低数据依赖的自训练算法模型,开发具备在线增量学习、小样本适应等新型网络架构与学习范式;创新设计高效高并行的混合稀疏计算引擎架构与电路,支持动态结构性与非结构性稀疏计算,通过数据流优化、近存计算等技术,解决片上学习中的计算与内存瓶颈;构建面向异构计算的多层级混合映射与调度工具链,实现从算法模型到定制加速器的高效编译、任务划分与负载均衡,实现系统资源的感知与动态调度。完成关键模块的原型验证,显著提升片上自学习系统在运算速度、能耗效率和可扩展性等方面的性能,形成物理可验证、可部署的片上自学习基础软硬件协同方案,为无人系统在边缘端的持续环境适应与自主智能进化提供硬件支撑。

#### **4.3 面向边缘智能的高能效新型神经形态架构与计算模型**

**研究内容:**面向物联网终端、可穿戴设备、工业边缘和空中智能等资源受限场景,针对传统 CMOS+数字 AI 在能效、时延及感/传/算分离上的瓶颈,综合运用物理驱动计算、神经形态工程、新原理器件(忆阻器、自旋电子、铁电等)与电路协同设计等技术方法,构建物理定律与人工智能计算的映射模型;突破物理定律驱动的硬件原语设计、感存算一体化的神经形态架构、通感算融合的电路实现等关键技术;探索基于忆阻器、自旋电子、铁电器件以及基于可编程超表面的感算一体/传算一体/感传算一体架构与系统,解析物理过程直接驱动计算的内在机理,阐明感存算深度融合实现高能效、低时延的底层原理,为构建下一代面向边缘场景的超高能效 AI 计算系统奠定体系结构与器件电路基础。

#### **4.4 多模态大模型增强的戏曲智能创作与沉浸式交互技术**

## 及应用

**研究内容：**综合运用多模态大模型、虚拟现实、人机交互等技术方法，构建戏曲文化知识图谱与多模态素材库，突破戏曲知识增强模型训练、戏曲沉浸式交互展示等底层技术，研发多模态智能剧本生成、虚拟角色表演合成、沉浸式观演交互、个性化戏曲教学等工具，解析多模态数据融合生成的戏曲创作逻辑，阐明智能生成技术对创作周期的缩短效应，构建戏曲文化知识增强的多模态大模型平台，赋能创作、展示、表演与传播全链条。

### 4.5 面向病理大模型的多智能体协作与自我迭代机制研究

**研究内容：**旨在解决病理大模型在实际应用中面临的高质量病理数据不足、精细标注成本高、模型更新周期长、对新病种/新染色泛化不足等问题，探索将多智能体理论引入病理模型优化的技术路径。围绕“协同建模—高逼真病理合成—闭环自进化”三条主线，构建多智能体协同学习框架，支持分工互补的病理图像理解、标注建议、质控与模型诊断；研究高逼真度病理合成数据生成与质量评估方法，突破真实数据稀缺对模型性能的限制；面向真实业务流程构建模型自我迭代进化机制，实现“发现数据缺口—自动生成或半自动标注—模型再训练—性能回写”的闭环优化。

### 4.6 机器学习结构性泛化能力的表征与增强方法

**研究内容：**旨在解决机器学习模型在面对复杂场景引起的数据退化时精度下降、泛化能力不足、依赖大量标注数据等核心瓶颈，其现实应用场景包括自动驾驶在多样环境下的精准感知等，核心预期目标是探究复杂场景数据退化机理，构建可信先验表征引导下机器学习强鲁棒、强泛化的理论框架，探索如何高效利用海量未标注数据和少量标注数据进行机器学习模型训练，显著提

升在低分辨率、低对比度、动态变化、遮挡、噪声干扰等条件下机器学习模型的增强感知能力。

#### **4.7 面向恶劣成像条件的实时异源图像增强与处理技术**

研究内容：面向飞机增强视景系统在恶劣成像条件下（如雨、雪、雾、低照度等）的可视效果提升，以及高精度机场关键目标（如地形、障碍物、跑道、滑行道、其他航空器等）自动检测识别的迫切需求。综合运用可见光、红外图像、毫米波雷达融合、深度学习与轻量化模型设计等技术方法，重点突破信息不完备条件下的图像增强、异源信息互补机理、高效轻量化实时处理等关键技术，构建恶劣成像条件下的图像增强与目标检测识别模型，实现成像视觉效果的显著增强与关键目标的高精度检测识别。最终研发出一套包含图像增强、融合与智能目标检测功能的实时机载原型系统，为显著提升飞行员在恶劣条件下的情景感知能力提供技术支撑。

#### **4.8 脑启发脉冲神经网络强化学习方法与应用**

研究内容：综合运用脑科学与神经计算、强化学习、神经形态芯片等技术方法，构建标准化的脉冲神经网络仿真平台与任务测试环境；突破脉冲时序依赖的信用分配、稀疏事件的高效编码与计算、奖励信号驱动的突触权重更新、跨任务知识巩固与迁移等底层技术；研发高生物可信度的脉冲神经元模型、低延迟的代理梯度训练算法，以及完全事件驱动的脉冲强化学习框架；解析脉冲神经网络在处理连续时序信息和做出决策时的动态特性与神经机制，阐明新范式在实现高能效、强泛化及持续学习方面的性能优势与生物学原理，为发展新一代类脑智能算法并在资源受限的实时系统中部署应用奠定基础；在无人系统控制、事件识别、智能感知等典型场景中开展算法验证与性能测试。

#### 4.9 大模型智能涌现的关键技术研究与应用

研究内容：面向复杂推理的混合式模型架构与训练方法，融合符号推理与数值计算，以提升模型在数学、代码等领域的逻辑链条完整性与可靠性。开发基于因果图模型的干预与反事实推理算法，使大模型能够超越相关性的统计，实现对事件间因果关系的识别与判断。构建面向长周期、多步骤复杂任务的自主规划与决策框架，使大模型能够将抽象目标分解为可执行的动作序列，并具备动态调整能力。探索大模型的高效稀疏化与动态激活技术，在保证核心性能不明显下降的前提下，显著降低模型训练与推理过程中的计算能耗。

#### 4.10 高性能智能计算体系关键技术研究

研究内容：围绕国家算力网络布局与“东数西算”战略部署，建设面向多行业、多模型的高性能智能计算基础设施体系。研究异构融合的“CPU+GPU+NPU+FPGA”万卡级智算集群关键技术，设计统一调度与弹性资源管理平台，实现跨中心、跨架构的智能任务编排与动态负载均衡。研究自动并行训练与模型压缩加速技术，突破超大模型分布式训练的通信瓶颈与能耗限制，提升多节点协同计算效率。面向高校科研、工业制造、自动驾驶等场景的开放式训练、推理与仿真服务，研究高性能智能计算技术与管理标准体系，包括接口规范、SLA服务协议、能耗评估与碳排放监测体系。开展液冷、浸没式冷却等节能技术与示范应用。研究分布式存储与高速I/O体系，集成多层安全防护与数据流通合规机制，打造“算力—数据—模型”一体化生态，实现资源共享、任务复用与生态共建。

### 五、生物科技领域

#### 5.1 感知觉异常与情感认知障碍性疾病研究

研究内容：建立感知觉异常（如痛觉、痒觉、嗅觉等）与情感认知障碍（如焦虑症、抑郁症、孤独症、神经退行性疾病等）共病的动物模型，从宏观、介观和微观等多尺度水平阐明病理状态下感知觉与情感认知功能相互作用的神经环路基础及细胞分子机制，包括感知觉异常调节情感认知，以及情感认知障碍调节感知觉的机理，研发基于药物干预和物理调控的感知觉异常与情感认知障碍共病的多维度干预技术，提出感知觉异常与情感认知障碍共病治疗的新策略。

## 5.2 肿瘤个性化 mRNA 疫苗

研究内容：构建 AI 驱动的多组学抗原筛选系统，整合患者肿瘤基因组、转录组数据，通过深度学习模型快速完成个性化肿瘤新抗原预测及 mRNA 序列设计和优化；整合微流控等技术开发定制化 mRNA 纳米疫苗快速合成系统；形成“患者样本-组学检测-AI 分析-疫苗定制”全流程个性化疫苗快速研发体系；利用 PDX 等模型完成生物学评价。

## 5.3 新型肿瘤标志物微量检测

研究内容：以肿瘤新标志物发现、技术体系完善及临床转化为核心，通过蛋白质组学、代谢组学、转录组学多组学联用技术，系统性筛肿瘤来源蛋白、核酸、代谢物等多类型新标志物；借助高灵敏分析技术构建多中心联合验证体系，完成新标志物检测性能评估；结合多中心临床样本开展队列研究，制定新标志物与 CEA、CA125、PSA 等传统标志物的分层联合检测方案，明确其在不同肿瘤（如肺癌、乳腺癌、结直肠癌）早期筛查、疗效动态监测、复发风险预警中的临床临界值；同步构建覆盖样本处理、试剂校准、数据判读的全流程质量控制体系。

## 5.4 高价值药品合成生物制造技术

**研究内容：**围绕合成生物学赋能工程菌制药核心目标，筛选适配高价值药品（如抗生素、紫杉醇、蛋白药物等）的底盘菌（大肠杆菌、酵母菌等），通过模块化基因组装、基因编辑等技术优化底盘菌代谢网络，消除产物合成竞争通路；构建含标准化基因元件（启动子、终止子等）的高效表达模块，提升目标产物合成效率；同步优化高密度发酵工艺及产物分离纯化技术，解决工程菌合成效率低、产物分离难的问题。

## **六、增材制造领域**

### **6.1 力学超材料与可穿戴电子设备的增材制造研究**

**研究内容：**旨在解决传统刚性电子器件与人体软组织之间模量不匹配、界面应力集中及长期佩戴不适等关键难题，面向个性化医疗监测、智能防护与人机交互等应用场景，综合运用多模态传感、力学超材料设计、有限元仿真、机器学习及可穿戴增材制造技术，开展柔性力学超材料与生理信号感知一体化研究。通过设计并打印具有负泊松比、梯度模量、可调刚度及能量耗散特性的力学超材料结构，实现与大脑、皮肤、肌肉等软组织的高顺应性与力学共形。构建融合“结构—性能—信号响应”耦合机制的多物理场仿真与 AI 优化模型，建立可预测、可解释的多模态信号传导模型，实现对脑电、血流动力、近红外及加速度等生理与力学信号的协同感知与实时分析。研发柔性、低功耗、多材料可穿戴电子系统，集成传感、能量采集与信号调控功能，探索基于 AI 赋能的健康监测—风险预测—神经调控闭环控制策略。项目将构建“有限元×AI 预测×自然语言交互”一体化平台，实现跨场景迁移与语义化决策支持；同时开发具备实时预测、三维可视化与解释功能的 AI 预测智能体及原型设备，为智慧医疗、航空航天防护及运动康复提供可推广的 AI×力学超材料技术路径

与产业化基础。

## **6.2 金属增材制造技术及应用基础研究**

**研究内容：**围绕航空、航天、医疗等行业对金属增材制造金属制件的严苛要求，研究航空发动机复杂冷却叶片、个性化医疗植入体等复杂金属构件的粉末床增材制造技术，阐明激光增材制造成形过程中气孔、未熔合等微观缺陷和过程不稳定（电子束增材“吹粉”、激光增材“粉末溅射”）现象的形成机制，突破高性能金属材料制备、过程在线监控与工艺优化关键技术，实现高性能复杂金属构件的稳定制造与应用。

## **6.3 空天装备难加工合金增材制造研究**

**研究内容：**围绕航空航天高端装备对激光增材制造难加工合金构件的严苛要求，研究发动机/燃机复杂叶片、燃烧室等复杂金属构件在激光增材制造成形过程中易开裂、气孔等宏/微观缺陷的形成机制，开发相应的控制新方法和新技术，突破难加工合金高性能复杂构件的激光增材制造技术，实现其高质量制造。

## **6.4 空间与极端环境增材制造技术研究**

**研究内容：**旨在解决地面增材制造技术无法直接应用于微重力、高真空、极端温度等空间环境的难题，其现实应用场景包括空间站工具与零件原位制造、月球科研站关键结构建造等，核心预期目标是开发适应空间环境的新型材料、工艺与装备，建立“地外制造”能力。

## **6.5 复杂生物结构的仿生增材制造**

**研究内容：**综合运用多材料增材制造、力学超材料设计、微/纳加工、微流控与生物墨水工程、有限元仿真与机器学习等技术方法，构建标准化“生物结构—工艺参数—功能表型”数据集与材料/工艺原料库，突破多尺度多材料梯度结构的可设计性与

可制造性、异质材料界面稳固成形与层间耦合、功能—结构关系可解释建模与快速验证等底层技术；研发可打印的多组分仿生生物墨水与多工艺融合路径（挤出/喷射/光固化/微流控协同），实现人工软骨、血管网络、神经导管与仿生驱动器等具有负泊松比、梯度模量与可调刚度的力学超材料结构的高保真打印与体液环境稳定集成；解析“微观结构—宏观力学—生理功能”协同机理，建立由有限元—机器学习—自然语言交互驱动的共设计算法与快速评估范式，贯通“设计—制造—评价—转化”全链条，为生物级复杂度功能结构制造与个性化医疗器械原型化奠定技术基础。