蓝橙实验室开放课题申请指南

为贯彻全国重点实验室“开放、流动、联合、竞争”的方针，支持科技工作者开展我国重载机器人技术的研究工作，本实验室特设立开放课题研究基金，鼓励本领域的科技人员开展研究工作。

本年度蓝橙实验室开放课题分为重点课题和一般课题，重点课题明确研究内容和指标，经费约25万/个；一般课题指定研究方向，由申报者确定研究内容和指标，经费约8万/个。

**一、重点课题**

**减速机重点课题：**

**研究内容：**针对重载RV减速器的早期磨损失效问题，建立实验室级别的关键配副润滑与磨损的等效快速测试、表征与评价方法，构建基于微观接触力学、断裂力学和流体力学的针齿-摆线轮接触副和曲柄轴-偏心滚子接触副润滑与磨损演化模型，阐明RV减速器早期磨损失效机制，指导RV减速器关键零部件的尺寸链、表面粗糙度、预紧量等关键工艺参数的设计与优化。对改进前后及进口产品三者进行同工况耐磨评价，建立不同工艺参数下的磨损进展图，实现以下三者中的一者：（1）改进后达到进口产品水平；（2）改进后的全寿命期间最大磨损量比改进前下降50%；（3）改进后产品在额定寿命前后的空程增加量≤45角秒，扭转刚度降低量≤30%。

**电机重点课题1：**

**研究内容：**重载机器人传统的电机-减速机传动链方案易产生机械振动、传动误差等问题。研究适用于重载机器人的低速大转矩直驱方案，替代现有的电机-减速机方案。电机类型包括不限于游标电机、多层轴向磁通电机等。课题包含电机电磁设计、结构设计、驱动设计。实现电机的下述技术指标：（1）尺寸：直径小于800 mm，轴向高度小于800 mm；（2）TN曲线由下列3个工况点围定，堵转扭矩14.4 kNm，11.0 kNm @ 13 r/min，2.4 kNm @ 最高转速14.9 r/min。

**电机重点课题2：**

**研究内容：**研究适用于重载高温高速场合具有转子电磁/机械/耐温等方面高可靠性的永磁电机电磁及机械拓扑结构，包括不限于永磁辅助式同步磁阻电机、磁通切换式永磁电机等。根据重载综合性能需求，实现额定功率-额定转速：8.3kW-3000rpm，最高转速6000rpm；在可靠性水平方面实现样机转子耐温180℃；满足在上述温度条件以±5000rpm加减速工况无故障运行超过500小时；功率密度（电磁部分）不小于600W/kg，转矩过载倍数达到3-4倍。

**整机设计重点课题：**

**研究内容：**针对重载工业机器人高刚度、高精度、超重载等需求，研究重载机器人高刚度、高性价比新型传动链，传动链形态方便整机集成设计，具备模块化、系列化、量产优势，实现以下两者中的一者：（1）重载机器人用高刚度传动链，相同额定扭矩下，扭转刚度>5倍RV减速机，支持整机刚度>5N/um，机械背隙<1arcmin，扭矩密度、寿命不低于与同规格RV减速机；（2）重载机器人用高性价比重载传动链，额定扭矩>10000Nm，机械背隙<1arcmin，扭矩密度、寿命不低于与同规格RV减速机。

**智能控制重点课题1:**

**研究内容：**针对机器人加工系统动态运行精度低、加工动态载荷激励下结构下易发生颤振，导致加工精度低、表面质量差的问题，研究机器人系统动态精度补偿、加工工艺优化、振动抑制算法等技术，提升系统的加工作业能力。其中，动态载荷扰动下的系统轨迹精度优于±0.3mm；加工过程动态振幅减少50%以上。

**智能控制重点课题2:**

**研究内容：**研究基于数据驱动的机器人具身智能模型的建立与训练方法，使该模型能够针对实际场景约束与用户语义化任务描述实现机器人指令自主生成。项目中产出的具身智能模型能够针对用户语义化描述产生适配库卡机器人的KRL指令文件，且机器人能够正常运行该文件，完成制造业中至少2个典型工作任务。模型能够根据深度视觉系统与机器人工作空间约束结合，生成的指令中应满足静态障碍物约束和机器人工作空间约束。

**智能应用重点课题1:**

**研究内容：**面向高端制造自动化智能装配需求，研究多模态同步操作数据采集系统以及多模态融合机器人模仿学习控制技术，实现机器人的自主泛化精细操作，如轴孔装配等应用，数据采集频率不低于25Hz，能够完成不少于5种复杂接触任务，任务成功率>90%。

**智能应用重点课题2:**

**研究内容：**面向工业大范围未知环境及高度定制化场景下重载移动机器人自主定位导航挑战，研究基于大模型辅助推理的实时无图化自主决策导航技术，实现可覆盖200m\*200m大范围可变布局工业环境，基于目标指令自然理解的导航成功率>99%，目标位置精度<0.5m。

**二、一般课题**

**1.核心零部件设计**

减速机研究方向：针对RV减速器曲柄轴疲劳剥落问题的先进表面涂层工艺研究；RV减速器寿命测试过程中的在线监测技术，用于诊断RV减速器破坏起源位置；考虑实际配合尺寸链的RV减速器刚柔耦合多体动力学模型。

电机方面研究方向：内嵌式永磁电机DQ轴电流平面的转矩、定子磁链辨识标定方法；适用于重载高温高速场合具有转子电磁/机械/耐温等方面高可靠性的永磁电机电磁及机械拓扑结构；多电机并联伺服驱动控制方法，考虑增强同步性、消除传动背隙；辐条型或深V型转子拓扑的永磁电机转子后充磁方案设计；建模分析伺服电机安装部件的疲劳寿命及尺寸优化；

**2.整机设计**

面向机器人化加工的高刚度高精度创新本体技术、面向超高负载（1000kg以上）场景的高性价比创新本体技术；重载机器人用创新重力平衡系统研究；工业机器人关节低速端编码器技术研究；基于加工需求的机器人本体正向设计技术，包括构型优化、传动链布局、精度与刚度匹配、加工系统与机器人整机的耦合机理等；开展高刚度高精度重载机器人产业和前沿技术趋势研究。

**3.智能控制技术**

针对机器人复杂结构的动力学精确建模与不确定参数系统的控制研究，实现机器人在高速、大负载以及变负载等严苛工况下的高性能控制；重载机器人振动抑制与精度提升技术，通过辅助技术与设备在不改动现有机器人本体的前提下提升其性能；针对机器人加工需求，面向机器人焊接、打磨、铣削、制孔、增减材制造等领域，机器人工艺路径规划与多模式控制方法研究。

**4.智能应用技术**

针对航空航天、能源装备、高端医疗等行业应用，研究大负载机械臂或移动作业机器人多任务自主决策机制、智能规划、人机协同、多模态信息融合与控制方法；研究高柔性，高密度触觉传感器设计及其配合视觉在智能装配、移动加工、人机协同等场景中的应用；研究航空航天等重点行业机器人化智能制造的关键技术，包括重载移动复合机器人超大尺度工件高精度随动加工技术，以及多机器人超大尺度工件原位加工关键技术等。

**二、开放课题的申请条件和要求**

《高端重载机器人全国重点实验室开放课题管理办法》详见附件。

《高端重载机器人全国重点实验室开放课题申请书》详见附件。

**三、时间安排和联系方式**

时间安排：

 2025年2月8日 课题指南发布

 2025年2月28日 申报截止，请申报者在此时间之前将电子盖章版申请书和电子版原版申请书发送到如下联系人邮箱

咨询和申报联系方式：

联系人：李女士

Email：operation.hhr@midea.com