

美的集团库卡机器人

研究生联合培养项目需求表

联 培 项 目 编 号： FSNEU-2026-MD-KUKA-3

联 培 项 目 名 称： 面向高性能应用的机器人刚柔耦
合建模与智能优化系统

联 培 单 位： 库卡机器人（广东）有限公司

项 目 负 责 人： 马圣源/钟嘉勤

联 系 电 话： 13929170330

单 位 负 责 人： 王晓虹

联 系 电 话： 13428360888

填表说明

- 1、 本表由联合培养基地填写，务必保证信息全面准确。
- 2、 联合培养基地每年 3 月前将本表交于东北大学佛山研究生创新学院，用于本年度接收联合培养研究生。
- 3、 一份需求表只能填写一个项目，且需求表上交后原则上不允许取消或更改。
- 4、 联培项目编号为：东北大学佛山研究生创新学院简称佛山研究生创新学院，简称代码-FSNEU、年份-202X、基地名称简称代码-XXX(美的集团中央研究院简称美的中研院，简称代码 MDZYY)、本基地本年度项目序号 X X，例如：
FSNEU-2026-MDZYY-1。
- 5、 各栏目内容可续页。

东北大学佛山研究生创新学院联培基地项目需求表

项目编号	FSNEU-2026-MD-KUKA-3	项目名称	面向高性能应用的机器人刚柔耦合建模与智能优化系统
联培课题方向	开发一套面向高性能应用的机器人刚柔耦合建模与智能优化系统，显著提升机械臂的精度和稳定性，确保仿真与实测高度一致，并构建智能诊断能力，从而推动机器人技术的产业化应用。包括：精度提升，振动抑制，仿真可靠性优化，智能诊断能力等。		
所需研究生专业方向	机器人科学与工程，控制工程，机械工程		
需求人数	2		
岗位要求	<div>1. 技能要求</div> <div>核心技能：熟悉机器人仿真软件，掌握 C++/Python 编程，熟悉动力学建模与控制算法开发；</div> <div>加分项：有机器人参数优化、运动控制算法经验，或具备多体动力学、机器学习（如深度学习优化控制）基础；</div> <div>硬件基础：了解机器人硬件架构（如电机驱动、传感器配置），能结合实际场景调试控制算法。</div> <div>2. 软技能</div> <div>具备较强的问题解决能力，能快速定位并优化机器人系统缺陷；</div> <div>良好的中英文文献阅读能力，能跟踪国际前沿技术动态（如 IEEE/ASME 机器人顶会论文）。</div>		
项目简介			
<div>一、项目背景：</div> <div>随着半导体晶圆制造、航天器精密装配等战略新兴领域对机械臂运动精度需求日益提高，传统刚性模型驱动控制方法面临重大挑战：</div> <div>精度瓶颈：开放式运动控制架构下，传动链误差、热力耦合形变等非线性干扰导致末端轨迹精度衰减；</div> <div>动态缺陷：现有刚体模型难以解析高频振动对高速运动稳定性的影响，制约生产效率提升；</div>			

设计孤岛：结构设计与运动控制参数割裂优化，导致轻量化与刚度性能失衡（典型场景刚度损失达 30%）

本项目提出“面向高性能应用的机器人刚柔耦合建模与智能优化系统”的技术路线，通过构建刚柔耦合数字孪生体实现“物理-虚拟”双向数据闭环，深度融合结构智能优化与自适应补偿控制，**攻克两大行业痛点：**建立多源误差耦合传递量化模型，**突破**末端轨迹精度补偿技术边界；创建拓扑-材料-控制参数联动优化机制，达成轻量化率与刚度性能的**最优**。

二、研究现状：

本项目已具备扎实的研发基础和技术储备：在建模体系方面，已系统性地建立了包含多种典型机械臂构型的刚柔耦合参数化模型库，为多体动力学建模提供了完备的理论框架；在智能优化领域取得关键技术突破，成功开发了多目标遗传优化算法模块，使传动链选型效率显著提升，并创新性地建立了刚度-质量联合优化模型，为后续机器人性能优化奠定了算法基础。这些前期成果为本项目的顺利实施提供了充分的技术保障。

三、关键性问题或技术：

1、高精度轨迹补偿技术体系研发

（1）基于多物理场耦合的误差建模分析。建立包含传动间隙、杆长制造误差、装配累积偏差等在内的多源误差数学模型；开发误差传递关系可视化分析工具；量化分析各类误差对末端定位的影响权重。

（2）智能化动态补偿算法开发。融合高精度编码器、激光跟踪仪等多源实时传感数据；设计位姿自适应误差补偿算法。

（3）补偿效果评估验证。建立标准化的精度测试验证平台；目标实现末端定位精度提升 90%以上。

2、高速工况振动抑制整体解决方案

针对机械臂高速运动中的振动问题，提出系统化解决方案：

（1）高精度动力学建模。建立考虑关节柔性、连杆柔性的六自由度刚柔耦合模型；开发基于有限元分析的模态参数识别方法；构建变速工况下的振动特征数据库。

（2）先进振动控制策略。设计基于模型的振动抑制算法；开发自适应滤波器。

（3）性能优化目标。末端残余振动幅度降低 50%以上；高速运动下的稳定时间缩短 40%；振动抑制能耗提升 30%。

3、高保真数字孪生建模技术

为提升仿真预测精度，重点突破以下关键技术：

<p>(1) 多物理场耦合建模。构建机电-热-力多场耦合仿真平台，研发非线性摩擦特性建模工具，实现接触碰撞过程的高精度仿真。</p> <p>(2) 模型精度提升。开展基于模型的机器人性能分析。</p>		
<p>四、预期目标：</p> <p>(一) 项目知识产权和成果转化</p> <p>1、发表高水平论文（≥2 篇）</p> <p>2、技术导入库卡全球产品线，2026 年前实现 8 大系列产品升级</p> <p>3、在库卡新一代自研机器人产品中实现规模化应用，推动高端制造领域机器人性能的突破性发展。</p> <p>(二) 项目经济效益</p> <p>1、项目核心技术转化的本土品牌产品逐步取代国外品牌，在提升产品性能的同时降低生产成本，有效提高产业链内企业盈利能力。</p> <p>2、推动核心零部件全产业链布局，推进政府与企业合作建设国际一流工业机器人产业园和示范基地，完善产业配套服务供给，加速产业全链条优质企业资源整合，以牵头单位为核心推动产业生态健康发展，带动千亿级产业链增长。</p> <p>3、在控制器领域开发高精度跟踪、高性能力控的控制产品，结合智能制造需求让搭载该产品的整机实现更高社会产值，间接拉动产业整体经济产出。</p>		
<p>项 目 负 责 人 项 目 经 历</p>		
起止时间	项目名称	主要内容
2022.5-至今	库卡工业机器人正向设计软件平台	零部件精细结构建模、刚柔耦合动力学解算、真实工况闭环模拟、关键部件选型与参数优化、刚体运动分析及轨迹规划算法验证
2023-2025	太极重载机器人伺服电机垂直整合项目	基于机器人性能需求推导伺服电机性能需求，完成伺服电机电磁设计、电机及机器人系统仿真/调试/测试验证、电机产线设计落地全过程自主化突破
2024-2025	工信部高质量发展专项-重载机器人国产化替代	通过系统建模仿真平台赋能，开发行业首个覆盖 350-1200kg 全负载段的重载机器人正向设计平台，突破传统逆向仿制模式。通过整机性能需求与核心部件参数的解耦

工 作 计 划 安 排（2026.7-2028.4）			
序号	起止时间	阶段内容	工作量估计 (天)
1	2026.7 - 2027.2	基于多物理场耦合的误差建模分析；高精度动力学建模；	130
2	2027.2 - 2027.8	智能化动态补偿算法开发；先进振动控制策略	130
3	2027.8 - 2028.1	补偿效果评估验证；性能优化验证	130