

美的集团工业技术事业部

研究生联合培养项目需求表

联 培 项 目 编 号： FSNEU-2026-MDGY-5

联 培 项 目 名 称： 精密 RV 减速机多体动力学

仿真关键技术研究

联 培 单 位： 美的集团工业技术事业部

项 目 负 责 人： 张金睿

联 系 电 话： 18624073649

单 位 负 责 人： 王刚

联 系 电 话： 18988680803

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-MDGY-5	项目名称	精密 RV 减速机多体动力学仿真关键技术研究
联培课题方向	<p>本课题规划依托重载机器人全国重点实验室（蓝橙实验室）研发平台，充分共享实验室相关软硬件资源，聚焦机器人用精密 RV 减速机产品多体动力学仿真关键技术研究，主要包括以下三个方面：</p> <p>（具体课题研究内容可与意向研究生及校内导师协商后确定）</p> <p>（1）高精度动力学建模与参数辨识：考虑摆线轮、针齿、行星轮、曲柄轴等关键零部件的柔性变形，建立刚柔耦合多体动力学模型；</p> <p>（2）传动误差与动态特性仿真分析：揭示 RV 减速机在复杂工况下的动态性能与误差产生机理，仿真分析在不同负载、转速及温度工况下的传动误差动态变化规律，定位主要误差来源（如零件变形、间隙、制造误差）；</p> <p>（3）仿真模型验证与性能优化设计：验证仿真模型的可靠性，并基于仿真结果指导设计优化，设计对比实验（如传动精度测试、效率测试），将仿真结果与实测数据进行系统对比，验证模型的准确性与有效性。</p> <p>另外，本课题开展所需的仿真软件、系统模型、试验场地等软硬件资源齐全，还可随时与美的集团专业从事各种机电产品机械仿真（流固热噪）技术研究的领域专家进行技术交流，共同提升专业水平。</p>		
所需研究生专业方向	机械工程（机械制造及其智能化、机械电子工程、机械设计及理论）及相关专业		
需求人数	1-2 人		
岗位要求	<p>1、具备扎实的机械原理、多体系统动力学、有限元分析、振动理论等基础知识；</p> <p>2、系统的仿真建模与工程实践能力；</p> <p>3、严谨的科学分析与实验验证能力，形成“理论-仿真-实验-修正”的完整研究闭环思维；</p> <p>4、创新的科研思维与解决问题能力，针对仿真中出现的异常现象，能够深入分析机理并提出解决方案；</p> <p>5、能够撰写高质量的课题进展报告，与高校导师、企业工程师及项目组成员进行有效沟通与协作。</p>		

项目简介

一、项目背景：

RV 减速机作为工业机器人核心传动部件，其动态性能直接决定了机器人的定位精度、运动平稳性与可靠性。随着高端制造对机器人精度和速度要求的不断提升，传统基于静态或简化模型的研发方法已难以深入揭示 RV 减速机在复杂工况下的动态行为与误差机理。

本课题旨在通过高保真的多体动力学仿真技术，系统研究其内部非线性接触、柔性变形与动态响应的耦合关系，以突破精密 RV 减速机在正向设计与性能预测方面的技术瓶颈，为提升我国高端机器人核心零部件的自主创新能力和产品竞争力提供关键的理论与仿真工具支撑。

二、研究现状：

当前，针对 RV 减速机的研究已从早期的静态特性分析转向动态性能探索。在理论研究方面，学者们主要基于集中参数法或有限元法建立了考虑齿轮啮合、轴承刚度等要素的动力学模型，为理解其振动与传动误差提供了基础。

在仿真技术应用上，多体动力学软件被用于模拟其运动过程，但现有研究大多将零部件视为刚体，或仅对局部构件进行柔性化处理，未能系统构建反映整机复杂接触与变形耦合的高保真刚柔耦合模型。

因此，发展高精度、可验证的多体动力学仿真关键技术，已成为提升 RV 减速机正向设计能力与动态性能优化水平的迫切需求。

三、关键性问题或技术：

本课题的关键性问题主要包括高保真刚柔耦合动力学建模的复杂性（涉及柔性体建模方法的选择、模型自由度与计算效率的平衡，以及如何准确地将有限元模态信息导入多体动力学软件中）、非线性接触力学参数的精确表征与辨识（如何通过理论模型、台架实验与仿真数据相结合的方法，对这些难以直接测量的微观接触参数进行高精度辨识与标定，是提升模型置信度的关键）、多物理场耦合作用下动态特性的仿真与验证（建立能够耦合动力学、热力学甚至润滑分析的仿真流程）等方面。

<p>四、预期目标：</p> <p>（1）构建能够精确反映摆线轮、针齿壳、行星架等关键零部件柔性变形及其与系统动力学耦合作用的高保真仿真模型，为动态性能分析提供可靠工具；</p> <p>（2）利用所建模型，系统仿真分析 RV 减速机在典型工况下的核心动态特性，明确内部非线性接触、间隙、柔性变形等因素对性能的影响机理与量化关系；</p> <p>（3）开发针对关键接触副（如摆线针齿副）非线性力学参数的辨识与标定技术，并通过对比仿真与实验结果，验证并持续修正模型；</p> <p>（4）基于仿真与实验研究，总结影响 RV 减速机动态性能的关键设计参数与控制因素，形成可用于指导产品正向设计与性能优化的潜在的设计规范建议。</p>			
<p>项 目 负 责 人 项 目 经 历</p>			
<p>张金睿，工学博士、机械专业高级工程师，现任美的集团机器人部件公司精密减速机产品技术研究负责人，兼任北京科技大学顺德创新学院研究生校外导师、佛山市科技局专家库成员，先后入选美的集团远航/扶摇/高潜 2050 等后备人才培养体系。</p> <p>曾先后任职于美的集团生活电器研究院和工业技术研究院，主导/参与企业技术研发项目近 20 项，技术领域涉及机械仿真、振动噪音、金属材料及成型工艺、表界面减摩耐磨处理技术等，产品领域涉及机器人精密减速机、家用空调压缩机、家电电机、生活小家电等 ToB/ToC 产业。</p> <p>累计发表期刊论文 7 篇、会议论文 3 篇、企业技术论文 5 篇，申请专利 23 项（其中发明专利 18 项），参评国际领先科技成果鉴定 2 项，同时获 PMP、TRIZ、佛山市高新技术进步奖一等奖、美的工业技术技术突破二等奖等多项内外部奖励认证。</p>			
<p>工 作 计 划 安 排（2026.7-2028.4）</p>			
序号	起止时间	阶段内容	工作量估计 （天）
1	2026.07- 2027.12	精密 RV 减速机高精度动力学建模与参数辨识技术研究	180
2	2027.01- 2027.10	精密 RV 减速机传动误差与动态特性仿真分析技术研究	300
3	2027.11- 2028.04	精密 RV 减速机仿真模型验证与性能优化设计技术研究	180