

广东毕要科技有限公司

研究生联合培养项目需求表

联 培 项 目 编 号： FSNEU-2026-BYKJ-1

联 培 项 目 名 称： 基于 AI 的非可展曲面金属构件
自主智能成型系统

联 培 单 位： 广东毕要科技有限公司

项 目 负 责 人： 常小龙

联 系 电 话： 13662096899

单 位 负 责 人： 常小龙

联 系 电 话： 13662096899

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-BYKJ-1	项目名称	基于 AI 的非可展曲面金属构件自主智能成型系统
联培课题方向	聚焦非可展曲面金属构件成型过程中的核心技术瓶颈，重点研究不同材质、板厚、曲面曲率及构件形状等关键影响因素，构建基于 AI 算法的智能成型参数优化模型。通过深度学习挖掘多因素与成型质量的内在关联，实现模具过压尺寸、成型压力等关键工艺参数的自动识别、实时调整与精准控制，研发面向非可展曲面金属构件的自主智能成型系统，破解传统成型工艺中参数依赖经验、调整滞后、成型精度不足等问题，推动金属构件成型工艺向智能化、自动化、高精度方向升级，同时为联合培养复合型科研人才、促进校企科研成果转化提供实践支撑。		
所需研究生专业方向	085410 人工智能（机器人科学与工程）、085501 机械工程 085406 控制工程、085404 计算机技术		
需求人数	2 人		

<p>岗位要求</p>	<p>一、专业知识要求</p> <p>1、核心掌握 AI 相关技术，包括深度学习、智能算法设计与优化、数据建模与分析，熟悉 TensorFlow、PyTorch 等主流 AI 框架，能独立完成成型参数优化模型的搭建、训练与迭代。</p> <p>2、具备金属材料成型相关专业基础，了解非可展曲面构件成型工艺、模具设计原理，掌握不同材质（金属）、板厚、曲面曲率对成型效果的影响规律，能解读成型过程中的工艺参数与质量关联数据。</p> <p>3、了解机械设计、自动控制基础理论，熟悉成型设备的工作原理，能配合完成 AI 控制系统与成型设备的协同调试。</p> <p>二、实操与能力要求</p> <p>1、具备较强的 AI 算法实操能力，能运用相关工具完成数据预处理、模型训练、性能测试，能针对成型过程中的参数偏差，优化 AI 算法模型，实现工艺参数的自动调整。</p> <p>2、具备一定的实验设计与操作能力，能参与非可展曲面金属构件成型实验，记录、分析实验数据，梳理工艺参数与成型质量的关联关系，为 AI 模型优化提供数据支撑。</p> <p>3、具备协同协作能力，能配合校企双方导师，开展课题研究、实验调试、成果梳理工作，能与跨专业团队（AI、材料、机械）高效沟通配合。</p> <p>4、具备问题解决与创新能力，能针对成型过程中出现的技术痛点（如参数调整滞后、精度不足），结合 AI 技术提出合理的解决方案，具备一定的技术创新意识。</p> <p>三、素养与其他要求</p> <p>1、具备严谨的科研态度，认真负责地完成课题相关研究、实验工作，注重数据的真实性与完整性，能规范梳理研究成果。</p> <p>2、具备较强的学习能力，能快速跟进 AI 技术、金属成型工艺的前沿发展，主动学习课题研究所需的新知识、新技能。</p> <p>3、掌握中英文文献检索与阅读能力，能查阅、解读相关领域中英文核心文献，为课题研究提供理论支撑，能配合完成研究报告、论文的撰写。</p>
-------------	---

项目简介

一、项目背景：

在《中国制造 2025》战略驱动下，高端制造业的蓬勃发展对曲面板材的高精度、高效率成形提出了迫切需求，航空航天、船舶工业、轨道交通和工程建筑等领域对多品种、小批量的曲面板材需求量日益增大。传统曲面板材成形模具往往具有"一模一件"的特点，在面对复杂曲面、多材质板材时，暴露出"高成本、高耗时、高浪费、低柔性、低精度、低适配性"的核心缺陷。多品种生产时需为不同曲面板材定制模具，专用模具制造成本高、调试周期长，手工修模依赖经验导致型面误差无法满足精度要求，材料的低利用率也加剧了资源浪费。这些矛盾在高端制造业向智能化、柔性化转型的背景下愈发尖锐，倒逼行业加速柔性成形技术升级，以突破传统板材成形方式的制造瓶颈，实现复杂曲面构件的高效高精度生产。

多点成形技术作为一种通过离散化模具实现曲面柔性加工的创新工艺，为上述难题提供了创新解决方案。该技术将连续曲面分解为离散化单元，以规则排列的成形冲头阵列替代传统整体模具，通过调节冲头高度重构目标型面。多点成形技术通过可调基本体群代替传统整体模具，通过冲头高度的数字化调节快速适配不同曲面形态，实现了"点阵即模具"、"一模多用"的创新理念，在降低生产成本、缩短研发周期及提升柔性化生产程度方面展现出显著优势。

然而，在新一轮工业革命的浪潮下，现有的曲面成型平台仍面临智能化程度不足与协同精度受限的严峻挑战。传统的固定式多点成形装备体量庞大，难以实现跨尺度构件的灵活加工，且在复杂非可展曲面的多道次成型过程中，对回弹补偿、成型力精确控制及路径规划的动态响应能力较弱。尽管数字化设计技术显著增加了模型生成的效率，但如何将数字化模型高效转化为机器人作业指令，实现从数字化设计到自主智能成型的闭环，仍是当前制造业亟待攻克的"最后一百米"难题。

本项目融合机器人智能与多点成形工艺，研制自主智能成型系统，构建“设计－成形－检测”闭环装备，突破制造瓶颈，提升生产效能与国产化能力，支撑高端装备制造智能化升级。

二、研究现状：

当前，非可展曲面金属构件成型的核心痛点的是不确定回弹量控制难题，该问题受材质特性、板厚、曲率、形状及包辛格效应等多因素影响，传统方法预测精度低、补偿滞后，严重制约成型精度。

1. 多源异构数据的深度融合与特征挖掘

现有 AI 模型之所以难以精准捕捉回弹规律，关键在于输入信息的割裂与缺失。本课题突破传统仅依赖工艺参数表的局限，引入高精度点云数据作为几何状态的真实反馈。通过研究点云数据与材质性能、工艺参数（如压力、行程）的异构融合算法，构建能够全面表征“材料-几何-工艺”多变量耦合作用的特征空间。这不仅弥补了传统方法中对初始板料与模具接触状态描述失真的缺陷，更为揭示回弹量的内在形成机理提供了数据基础。

2. 基于深度学习的回弹量时空演化预测模型

针对非可展曲面成形中回弹量随曲率变化呈现出的非线性和空间分布不均匀特性，本课题拟构建结合图神经网络（GNN）或卷积神经网络（CNN）的混合预测模型。该模型能够学习点云空间拓扑结构中隐含的变形特征，挖掘不同曲率区域之间的回弹关联性，从而实现对非可展曲面整体回弹场的精准预测。这一路径旨在解决传统有限元模拟计算耗时、且难以在线应用的问题，同时规避传统经验公式在复杂工况下适应性差的缺陷，是实现不确定回弹量由“事后补偿”向“事前预知”转变的关键。

3. 闭环动态补偿机制与自适应工艺决策

在精准预测的基础上，攻克不确定回弹量的核心在于实现补偿策略的动态优化。本课题将研究基于 AI 代理模型的逆向补偿算法，将预测的回弹偏差直接映射为模具型面或加载路径的修正量。通过建立“预测-补偿-验证”的虚拟闭环迭代机制，在数字空间中快速寻优补偿方案，大幅减少物理试错次数。最终目标是形成一套与三维扫描设备实时联动的自适应成型工艺决策系统，实现针对不同批次、不同规格非可展曲面构件的高精度、高效率柔性制造。

三、关键性问题或技术：

结合上述非可展曲面金属构件成型的行业技术现状,需解决的关键性问题及核心技术如下：

1. 离散模具与非可展曲面的高保真拟合及机器人本体刚柔耦合设计问题：非可展曲面（双曲度）在离散化多点成形中极易产生压痕与橘皮效应，且数百个致动单元与机器人本体在高载荷下存在复杂的刚柔耦合变形，如何在大冲程、高刚性要求下实现离散阵列对连续曲面的亚毫米级高保真逼近，是硬件系统面临的首要难题。
2. 强非线性回弹效应下的全流程数字化精确补偿与工艺参数寻优问题：板材成形涉及几何非线性、材料非线性及接触非线性，单纯的理论模型难以准确预测复杂曲面的回弹规律。如何构建融合显式动力学仿真与数据驱动的混合模型，在软件层面解决"理论CAD模型"与"实际成型物理场"之间的数据鸿沟，实现工艺参数的精准反演与补偿，是软件开发的核心挑战。
3. 不确定工况下机器人-板材非线性接触的自适应协同控制与技能迁移问题：成形过程中摩擦系数时变、材料性能波动导致接触力极不稳定。传统控制难以应对这种强时变干扰。如何赋予机器人"类人"的触觉感知与决策能力，在保证成型力的同时自适应调整位姿，并解决仿真策略向实体系统迁移时的"虚实鸿沟"，是智能控制的关键。
4. 强反光环境下微小缺陷的多模态视觉感知与形面误差实时闭环修正问题：金属成形现场存在高亮反光、环境光干扰及曲率突变导致的投影遮挡，单一视觉源难以获取完整点云。如何突破强噪环境下的光学成像极限，快速识别微米级残余压痕与回弹误差，并将检测数据实时转化为机器人的二次调形指令，构建"感-算-控"闭环，是实现终极精度的最后一道关卡。

四、预期目标：

结合上述行业技术痛点及拟解决的关键科学问题，通过本课题的系统研究，预期达成以下目标：

1. 揭示多因素协同作用下的回弹机理，构建完备的回弹影响机制模型

深入探究材质特性、板厚规格、曲率变化及包辛格效应等多变量对回弹行为的耦合影响，精准量化各因素对回弹量的贡献权重。旨在构建具有明确物理意义的回弹影响机制模型，为非可展曲面成形工艺提供理论依据，并为后续 AI 建模夯实数据基础与特征工程支撑。

2. 研发高精度 AI 回弹预测与动态补偿模型，突破不确定回弹量控制瓶颈

融合深度学习算法与成形工艺知识，开发具备高泛化能力的回弹智能预测模型，实现对非可展曲面回弹量的精准预估（预测误差控制在工业应用可接受阈值内）。在此基础上，构建模型驱动的动态补偿策略，实现模具过压量、加载路径等工艺参数的实时修正与自适应决策，替代传统滞后补偿模式，显著提升成形精度。

3. 形成低成本、高适配的 AI 与成形工艺协同落地方案，赋能中小企业智能化转型

着眼于技术落地与产业化推广，简化 AI 模型与现有产线的集成流程，降低算法部署与维护的技术门槛。打造一套兼顾精度与经济性的协同应用方案，帮助中小企业在无需大规模硬件改造的前提下，逐步摆脱对“试错法”的依赖，切实提升成形效率与产品良率。

4. 突破数据孤岛困境，建立标准化的成形多维度数据库

针对成形过程中数据分散、格式不一的问题，构建覆盖材料属性、几何特征、工艺参数及对应回弹结果的标准化多维数据库。通过规范数据采集、清洗与存储流程，实现多源异构数据的高效融合与统一管理，为 AI 模型的持续迭代优化提供高质量的数据保障，推动技术从实验室走向规模化应用。

项目 负责人 项目 经历		
起止时间	项目名称	主要内容

2018.1-2019.12	智能化喷涂机器人自动上下挂的研发和产业化	主持完成佛山市中小创新基金项目"智能化喷涂机器人自动上下挂的研发和产业化"(2020年4月验收),实现了喷涂工序自动化与智能化的关键技术突破。
2018.6-2020.5	面向医药行业教育教学通用机器人柔性生产线研究与产业化	主持完成"面向医药行业教育教学通用机器人柔性生产线研究与产业化"项目(2020年8月通过鉴定),项目成果在医药教育机器人自动取件技术应用上被认定为国内领先水平。
2021.1-2022.6	质子交换膜燃料电池膜电极制造的关键技术及成套设备	作为主要完成人参与"质子交换膜燃料电池膜电极制造的关键技术及成套设备"项目(2022年6月通过鉴定),项目综合技术达国际先进水平,其中在膜电极GDL制程柔性技术应用方面达国际领先水平。本人主要负责CCM涂布设备、GDL牵引除水疏水等系列关键设备的电气系统总体设计与实施验证。
2023.5-2025.4	面向生物制药行业药品全自动包装生产线研发与产业化	作为项目负责人,研发的"面向生物制药行业药品全自动包装生产线研发与产业化"项目,成功应用于上海君实、辉瑞制药等知名药企的先进自动化生产线,近两年产生经济效益超2000万元。
2024.1-2025.12	工业机器人多元耦合故障诊断方法与可靠性研究	核心参与广东省自然科学基金面上项目"工业机器人多元耦合故障诊断方法与可靠性研究"。

工 作 计 划 安 排

序号	起止时间	阶段内容	工作量估计(天)
1	2026.07.01-2026.10.30	项目前期调研跟技术方案可行性分析	120
2	2026.11.01-2027.02.28	多点模具建模、3D细化、评审	100

3	2027. 03. 01- 2027. 07. 30	样机设计定稿、出工程图、出详细技术参数、 物料下单、控制软件同步开始开发	150
4	2027. 08. 01- 2027. 12. 30	整体设备联动调试、软件基础功能测试	150
5	2028. 01. 01- 2028. 03. 30	实际项目应用并迭代模型、优化客户反馈问题	100
6	2028. 04. 01- 2028. 04. 30	成果总结与文档编写	30