

附件 1:

新工科毕业设计研究与实践项目与选题征集表

项目名称	薄壁件让刀误差补偿算法与加工仿真研究		
负责人	郑中鹏	联系方式	18811635966; zhengzp@tust.edu.cn
所在学院	机械工程学院		
学院联系人	安然	联系电话	13802006079
拟设置指导教师数	2	指导教师学科背景	机械制造及其自动化、人工智能专业
拟指导学生数	2	拟招募选题学生的学院(专业)	机械工程学院(机械电子工程、机械设计制造及其自动化)
项目目的及意义(200字内): 本项目针对 Ti-6Al-4V 薄壁件铣削中让刀引起的过切/欠切问题,拟构建“解析刚度+FEM校准”的混合柔度场模型,结合 Vericut 提供的刀具法向力场,实现刀路几何误差预测与补偿。在仿真环境下形成“误差预测-补偿-再仿真”的闭环,在不改动机床、刀具和夹具的前提下降低薄壁件成形误差,提升尺寸与形状精度,为航空等领域薄壁结构的高效、高可靠加工提供低成本、可推广的数字化工艺手段。			
项目已具备的条件(200字内): 项目计划用时约 4 个月,分三个阶段实施。第一阶段(第 1-4 周):完成薄壁件变形与误差补偿相关文献调研,明确研究方案与技术路线,推导解析柔度模型和基本补偿公式。第二阶段(第 5-12 周):建立 Ti-6Al-4V 薄壁件有限元模型,获取代表点柔度样本,构造混合柔度场;在 Vericut 中获取刀具法向力数据,实现基于柔度场的让刀误差预测与刀路 Z 向补偿算法,实现数据接口与程序原型。第三阶段(第 13-16 周):开展 Vericu 仿真,对比补偿前后的残料高度和过切指标,分析补偿效果与计算效率,完成 A0 工程图、毕业论文撰写,并在此基础上形成可投稿 SCI 三区期刊的英文论文初稿。			
项目期限与目标(300字内): 本项目执行期限为 2025 年 9 月 1 日至 2026 年 5 月 30 日,总工期约 9 个月。目标:本项目构建基于解析模型与 FEM 校准的 Ti-6Al-4V 薄壁件局部柔度场,结合 Vericut 切削力实现让刀误差预测与刀路补偿,并在仿真中验证显著降低过切且尽量保持加工效率。			

项目主要研究方向（选题）及任务（1000字内，应至少设计2个研究方向）：

研究方向一：薄壁件让刀误差补偿算法与加工仿真研究

主要任务：

（1）结合薄壁件结构特点与 Ti-6Al-4V 材料参数，建立以壁厚、悬臂长度、局部曲率为自变量的解析柔度模型，将复杂三维薄壁局部等效为悬臂梁/窄带板，推导法向柔度闭式表达式。

（2）在 Abaqus 中建立与实际装夹条件一致的薄壁件壳单元有限元模型，在若干代表点施加单位法向载荷，求解对应位移，得到 FEM 柔度样本集，并分析网格尺寸、边界条件对柔度结果的影响。

（3）基于解析柔度与 FEM 柔度差值构造误差样本，采用 RBF 等插值/回归方法建立连续误差修正场，进而得到混合柔度场。

（4）在验证点上对比解析模型、FEM 结果与混合柔度场的预测误差，计算 RMSE、最大相对误差等指标，研究模型参数（如经验系数、核宽、正则项）对预测精度和稳健性的影响，为后续补偿算法提供可靠的结构响应基础。

研究方向二：面向薄壁件的走刀路径优化与误差补偿策略

主要任务：

（1）从 CAD 与 Vericut 中提取名义刀路及其在工件表面上的离散点，计算各点对应的壁厚、悬臂长度、曲率，并与混合柔度场对应起来，形成“刀路-柔度”映射。

（2）利用 Vericut 提供的刀具法向力场，在每个刀路点上计算预测让刀量，给出 Z 向补偿公式（其中 γ 为保守系数），实现刀路自动偏移与补偿程序。

（3）设计多种走刀策略和路径模式（如等余量分层、弱刚度区域多道次削切、基于柔度场的逆向刀路重构等），在柔度场约束下优化局部材料去除顺序与切削余量分配，比较不同策略下的最大过切、平均过切和 RMS 误差，分析“路径模式+柔度分布”对误差的耦合影响。

（4）在 Vericut 中对原始刀路与补偿/优化刀路进行对比仿真，并结合 Abaqus 柔度验证结果，评估补偿效果、计算开销及实现复杂度，为在实际五轴加工中心上的后续应用提供依据。