

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	TC4 DT (ELI) 钛合金紧固件成型工艺仿真研究		
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	机械工程、人工智能
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(机械设计制造及其自动化)
项目目的及意义(200字内): 本项目旨在针对 TC4 DT (ELI) 与 TB9 两种航空航天用钛合金材料,开展紧固件成型工艺仿真研究,通过建立高精度本构模型,系统模拟关键工艺过程,优化工艺参数,提升成型质量与一致性。项目成果将为解决国内高端钛合金紧固件制造工艺不稳定、仿真精度不足等问题提供理论支撑与技术方案,推动航空航天紧固件实现高性能、高可靠与自主可控制造,并为相关行业工艺优化与智能制造提供可复制的方法体系。			
项目已具备的条件(200字内): (1) 坚实平台基础:依托天津科技大学机械工程一级学科博士点、国家级虚拟仿真实验中心及多个全国重点实验室和省部级科研平台。 (2) 完整协作网络:与西部超导、西安赛特思迈提供材料参数,河南航天精工提供工艺数据并负责验证,形成了产学研用协同链条。 (3) 详细方案计划:已完成详尽的技术方案、任务分解及时间倒排计划,明确了具体工艺参数优化路径与验证方法。			
项目期限与目标(300字内): 本项目执行期限为 2025 年 3 月 31 日至 2026 年 5 月 30 日,总工期约 14 个月。 构建高精度热-力耦合仿真平台,实现钛合金紧固件成形与性能一体化预测;完成典型头型核心工序参数多目标优化,输出抗疲劳工艺方案,显著提升疲劳寿命与模具寿命,形成行业级工艺规范与数据库。			

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：TC4 DT（ELI）钛合金紧固螺栓成型工艺仿真研究。这是整个项目的基础，旨在攻克当前仿真准确性不足的难题。具体任务包括：通过系统的材料实验，获取两种钛合金在不同温度和应变率下的力学性能数据；针对温镦、滚丝、滚R、切削等不同工艺特性，分别建立与标定适用的本构模型，如用于高温变形的 Arrhenius 模型与神经网络模型，以及用于刻画应变率与热软化效应的 Johnson-Cook 模型；在此基础上，利用 Abaqus/DEFORM 等有限元平台，建立涵盖热-力耦合、大变形和复杂接触的精细化工仿真模型，并通过与协作单位的现有工艺数据对比，完成模型的校准与验证，确保其能真实反映金属流动、温度场、应力应变场等物理现象。

研究方向二：基于残余应力调控 TB9 钛合金螺栓滚压工艺仿真。在可靠的仿真模型基础上，此方向直接服务于项目最终目标，任务具体落实到 TC4 DT（ELI）和 TB9 的两种典型头型（双六角头螺栓与 100° 沉头抗剪螺栓）的三大核心工序上。对于温镦工艺，任务是通过仿真分析预热温度、镦制速度等参数对成型载荷、材料填充及模具受力的影响，优化温度窗口与变形参数，并评估冲头寿命以降低模具损耗。对于滚丝与滚R工艺，核心任务是围绕提升紧固件的抗疲劳性能展开，通过系统仿真不同转速、滚压力、作用时间等参数组合，分析其在螺纹和头下圆角区域引入的残余压应力场分布，并构建工艺参数与性能指标的定量关联模型，最终筛选出能最大化有益残余应力、兼顾加工质量与效率的最优参数方案。此外，还专门针对 TB9 螺栓进行在预紧与交变载荷下的抗疲劳仿真，理论预测其疲劳寿命。该方向的最终产出是为每种材料与头型组合提供不少于3项的成型工艺参数优化方案，形成完整的仿真数据集与优化报告，为合作单位的工艺验证与高一致性生产提供直接的理论依据和操作指南。