
AI模型助力提升铸造叶片制造精度

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/39155.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

AI模型助力提升铸造叶片制造精度。铸造叶片是航空航天、能源、船舶及燃气轮机等行业不可或缺的核心零部件，它们主要用作发动机内的涡轮叶片。作为铸造叶片制造流程的最后工序，磨削加工对保证叶片的尺寸精度与表面质量至关重要。

近日，中国科学院沈阳自动化研究所工艺装备与智能机器人研究室科研团队，提出了一种面向机器人砂带磨削过程的材料去除深度预测模型O-TabPFN，可以根据叶片不同部位的加工余量分布，让机器人自动调整磨削工艺参数，实现逐点精确去除，显著提高加工精度和表面一致性。该研究于2026年3月7日在线发表于国际期刊Precision Engineering（《精密工程》）。

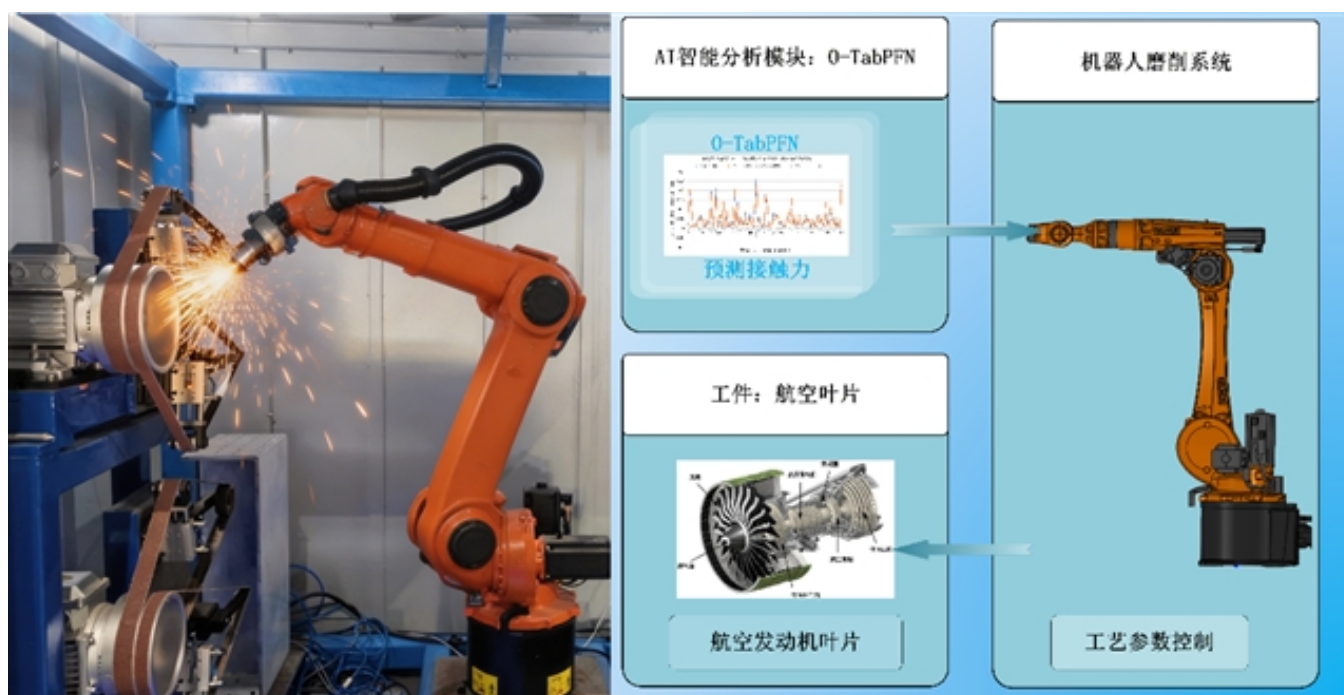
铸造叶片一般采用自由曲面结构，形态复杂，具有扭曲、弯折、变截面等特征，传统的磨削加工难以在整个叶片表面实现均匀受力与加工一致性。此外，冷却收缩、模具偏差等因素，会导致铸造叶片的加工余量分布不均。因此，磨削过程中，需要根据实际余量进行自适应调整。

砂带磨削是加工航空发动机、燃气轮机复杂型面叶片的关键技术。目前机器人砂带磨削加工普遍采用恒定量磨削方式，采用固定工艺参数对整个工件表面进行统一磨削处理。尽管该方法具有工艺简单、效率高的优势，但在实际应用中仍面临加工精度不足、材料去除量控制能力有限、表面质量不一致等问题。此外，叶片型面的加工余量分布不均，曲率变化也较大。

为满足加工质量要求，必须精确控制叶片材料的去除深度。研发逐点精确去除的智能磨削方法，以及突破非线性材料去除深度模型的关键技术，已成为航空领域亟待解决的问题。通过精准调整工艺参数来优化磨削加工精度，有效建立工艺参数与磨削深度之间的数学关系至关重要。

据工艺装备与智能机器人研究室李论研究员团队朱光副研究员介绍，科研团队基于TabPFN构建了材料去除深度预测模型，再通过Optuna算法对超参数进行优化，构建出了O-TabPFN预测模型。

它的优势主要源于：TabPFN能够通过元学习表征融入先验知识，从而在有限表格数据上实现高效学习，无需进行大规模模型训练。此外，基于Optuna的超参数优化能够实现高效全局搜索，避免陷入次优参数组合，进而提升模型的鲁棒性与泛化能力。基于此，所提出的O-TabPFN预测模型，可以更精准地捕捉工艺参数与材料去除深度之间的非线性关系，同时降低局部最优风险。这些特性使其尤其适用于机器人砂带磨削中的高精度、高数据效率预测任务。



AI模型推断加工过程

科研人员搭建了机器人磨削加工平台，对镍基高温合金试样开展单因素实验。实验结果显示，该模型对材料去除深度的预测准确率达到95.81%，平均预测误差仅为0.007316毫米，优于现有的多种主流预测模型。

该研究获得了国家自然科学基金、辽宁省自然科学基金等项目的支持。（来源：中国科学院沈阳自动化研究所）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.precisioneng.2026.02.013>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：朱光等 来源：《精密工程》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发