FME文章荐读 超声振动辅助磨削连续纤维增强金属基复合材料的去除机理研究：实验与仿真模型

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/35974.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！

FME文章荐读
超声振动辅助
磨削连续纤维增强金属基复合材料的去除机理研究：实验与仿真模型。论文标题：Unraveling the removal mechanisms of ultrasonic vibration-assisted grinding of continuous fiber-reinforced metal matrix composites: experiment and simulation model

期刊： Frontiers of Mechanical Engineering

作者：Tao CHEN, Shandong FENG, Chunchao LIN, Biao ZHAO, Wenfeng DING, Jiuhua XU, Yanjun ZHAO, Jianhui ZHU

发表时间：15 Apr 2025

DOI： 10.1007/s11465-025-0826-6

微信链接：点击此处阅读微信文章

Front. Mech. Eng. 2025, 20(2): 10
https://doi.org/10.1007/s11465-025-0826-6

RESEARCH ARTICLE

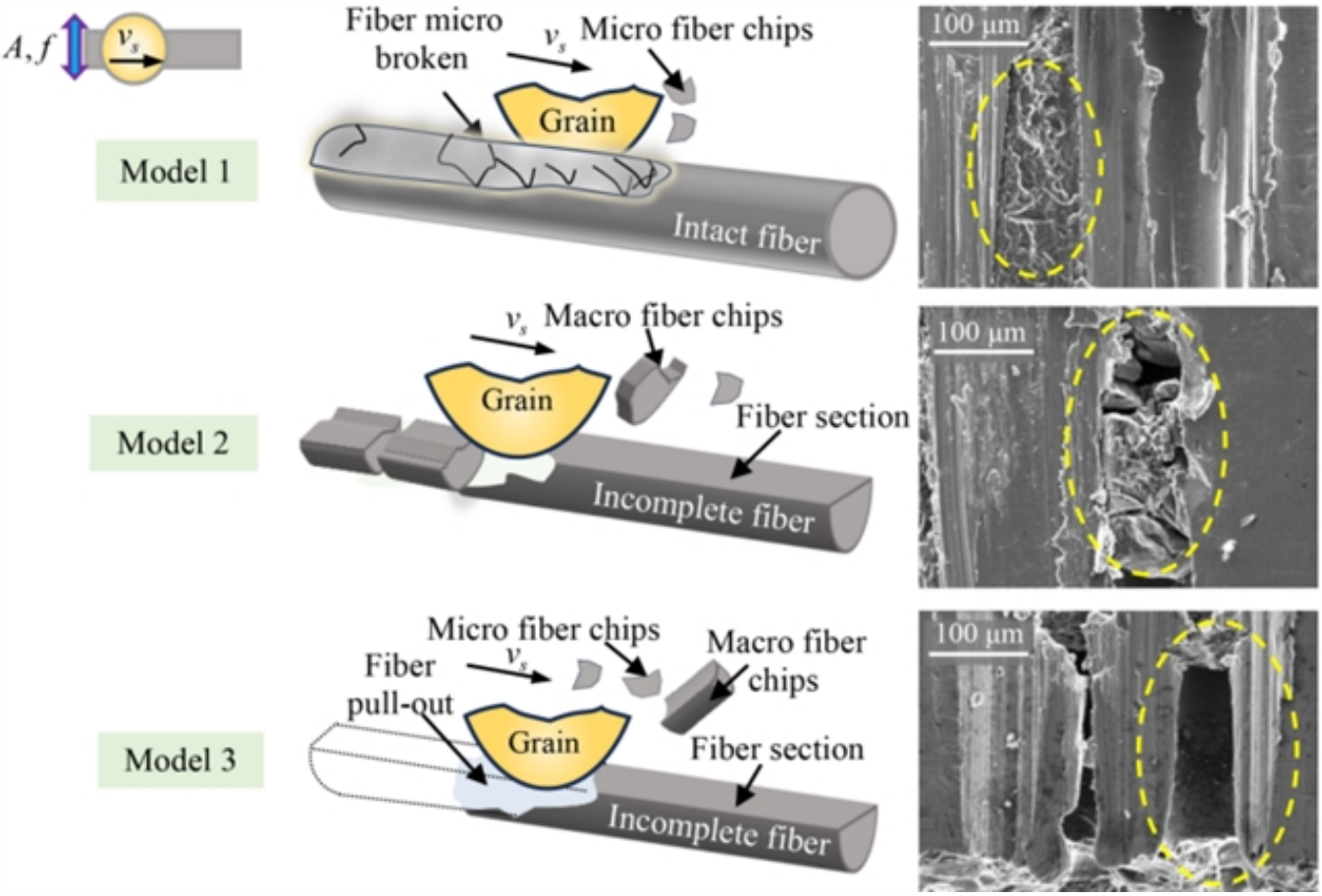
Unraveling the removal mechanisms of ultrasonic vibration-assisted grinding of continuous fiber-reinforced metal matrix composites: experiment and simulation model

Tao CHEN[a], Shandong FENG[a], Chunchao LIN[a], Biao ZHAO[a], Wenfeng DING (✉)[a], Jiuhua XU[a], Yanjun ZHAO[b], Jianhui ZHU[b]

[a] National Key Laboratory of Science and Technology on Helicopter Transmission, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China
[b] Institute of Metal Research, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China
✉ Corresponding author. Email: dingwf2000@vip.163.com (Wenfeng DING)

连续纤维增强金属基复合材料（Continuous fiber-reinforced metal matrix composites, CFMMCs）由陶瓷纤维（如Al2O3、SiC纤维等）在塑性的金属基体中增强而成，因其优异的耐高温性和抗蠕变性，被广泛应用于发动机壳体和活塞杆等航空航天领域。然而，它们的异质成分带来了加工难题（脆性纤维与塑性基体），包括纤维拔出、基体粘附和刀具磨损加剧。超声振动辅助磨削（Ultrasonic vibration-assisted grinding,
UVAG）可有效降低磨削力和磨粒磨损。然而，目前还缺乏对CFMMCs的磨削加工研究。

《Frontiers of Mechanical Engineering》2025年第20卷第2期的一篇题为Unraveling the removal mechanisms of ultrasonic vibration-assisted grinding of continuous fiber-reinforced metal matrix composites: experiment and simulation model的研究论文，对SiCf/TC17进行了超声振动辅助单颗立方氮化硼（CBN）磨粒磨削，并比较了沿两个不同方向（纵向纤维[LF]和横向纤维[TF]）的材料去除机理。提出了一个仿真模型来揭示应力分布及其传播规律。



研究使用SiC纤维增强TC17基复合材料（SiCf/TC17），在超声高速加工中心（DMG Ultrasonic 20 Linear）上进行，采用轴向超声振动，频率20kHz，振幅5μm，沿纵向纤维（LF）和横向纤维（TF）两个方向磨削，使用KISTLER 9272力传感器测量磨削力，每组数据测量三次取平均值。

在UVAG过程中，单颗磨粒的运动包括砂轮的圆周旋转、工件的进给运动以及沿轴向的周期性高频正弦振动。使用Abaqus建立SiCf/TC17复合材料单颗粒磨削仿真模型，考虑材料各向异性，引入基体屈服准则和纤维断裂损伤准则，对模型进行简化和假设，并分别定义SiC纤维和TC17基体的本构模型。

研究结果表明，由于纤维断裂严重，沿LF磨削时磨削力低于沿TF磨削时磨削力，与传统磨削（CG）相比，UVAG可降低平均磨削力17.8%；随磨削深度增加，两个磨削方向和两种磨削方法的纤维损伤程度都会增加，纤维去除的形式不仅与单颗磨粒切深密切相关，还与纤维的暴露状态密切相关，超声振动的引入在一定程度上降低了纤维损伤的程度；两种磨削方向均存在三种纤维去除形式：微断裂（模型1）、宏观断裂（模型2）和拔出（模型3），沿LF磨削时纤维拉出的现象比沿TF磨削时更严重，LF方向纤维拔出更严重；仿真模型准确预测模型1去除机理，磨削方向对应力分布有很大影响，沿LF磨削时基体中的应力比沿TF磨削时基体中的应力更集中，相反，残余应力的集中程度较低。研究结果有助于理解CFMMCs磨削时塑性基体与脆性纤维相互作用及超声振动对材料去除机理和表面完整性的影响，为工业应用中改进此类材料加工提供基础，未来可研究基于基体和纤维性能预测加工时亚表面变形深度及磨削时的尺寸效应。

关键词

连续纤维增强金属基复合材料；材料去除机理；超声振动辅助磨削；仿真模型

引用

Tao CHEN（陈涛）, Shandong FENG（冯善东）, Chunchao LIN（林春超）, Biao ZHAO（赵彪）, Wenfeng DING（丁文锋）, Jiuhua XU（徐九华）, Yanjun ZHAO（赵延军）, Jianhui ZHU（朱建辉）. Unraveling the removal mechanisms of ultrasonic vibration-assisted grinding of continuous fiber-reinforced metal matrix composites: experiment and simulation model. Front. Mech. Eng., 2025, 20(2): 10

https://doi.org/10.1007/s11465-025-0826-6

扫描二维码阅读原文

精彩推荐

1.FME文章荐读｜考虑全状态约束与扰动的气动肌肉系统自适应模糊动态表面控制

2.FME文章荐读｜基于机器学习的机构运动学分析与综合方法综述

3.FME文章荐读 变工况下轴承故障诊断的基于加权DJP-MMD的深度迁移度量学习方法

4.FME文章荐读 冰壶比赛中新型六足冰壶机器人投掷冰壶的分析与解决方案

5.FME文章荐读 纵向超声振动辅助铣削GH4169D高温合金材料去除机理与表面纹理研究

来源：Frontiers of Mechanical Engineering

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转发