

论文题目：激光辅助超精密切削硬脆性材料的基础研究

论文作者：游开元 - 天津大学

指导教师：房丰洲教授，长期从事精密超精密制造、微纳制造、原子及近原子尺度制造、光学设计制造与检测的基础研究及应用开发。

摘要：基于硬脆材料制备的高性能光学元件广泛用作玻璃模压模具等核心部件，激光辅助超精密切削是实现该类材料光学表面加工最有效的方法之一。但目前对激光辅助切削温度场和材料去除机理认识尚不清晰，现有加工方法及工艺系统难以满足硬脆材料光学曲面高质高精加工需求。本文以典型硬脆材料无结合剂碳化钨为研究对象，通过系统分析激光辅助纳米切削过程，构建核心基础理论，创新加工方法和刀具轨迹规划方法，为硬脆材料高质高精加工提供关键技术支撑。为此，本文成功拟合碳化钨纳米尺度高温本构模型，准确预测激光辅助纳米切削温度场，并建立分子动力学模型全面揭示碳化钨材料去除机理；提出激光高效加热辅助车削方法，有效避免了刀具烧结切屑和石墨化磨损，减小加工残余应力 40%，实现 $Sa < 1 \text{ nm}$ 的光学表面加工；成功研发激光辅助金刚石车削系统 LADT- α ，提出负前角刀具路径生成及干涉校验方法，提高光学曲面面形精度 30%。最终成功解决玻璃模压碳化钨模具的高质高精加工生产难题。