

高粗糙度 Al₂O₃ 陶瓷超快激光抛光研究

蒋佶岩^{1,2}, 陈旭^{1,2}, 纪昌豪¹, 冯诗和¹, 杨成¹, 龙雨^{1,*}, 周泳全²

¹广西大学机械工程学院激光智能制造与精密加工研究所, 广西南宁, 530004

²深圳信息职业技术学院智能制造与装备学院, 广东深圳, 518172

*Email: longyu@gxu.edu.cn

摘要

结构陶瓷是典型的硬脆性材料, 具有高硬度、高温抗氧化性、高导热性、高强度、低密度、良好的导电性、耐化学性和耐磨性等许多优异性能, 这使得结构陶瓷比传统陶瓷更具竞争力, 被广泛用作于轴承、机械密封件、喷嘴、高温半导体器件、航空航天结构和生物传感器等领域。与碳化硅、碳化硼、氮化硼和氮化硅等其他陶瓷相比, 氧化铝的生产成本相对较低, Al₂O₃ 的硬度、耐高温性、耐磨性、耐腐蚀性、生物相容性、电阻率和适度的生产成本的出色组合使其作为首要的结构陶瓷选择, 这也是其在诸多领域得到广泛应用的重要原因。作为一种典型的难加工硬脆性材料, Al₂O₃ 陶瓷本身具有高硬度、高强度、高脆性和低断裂韧性等特点, 因此将其加工成具有高表面光洁度和尺寸精度的结构陶瓷零件比较困难, 并且在制造和加工过程中陶瓷材料表面容易存在微裂纹和孔洞等缺陷影响表面粗糙度。目前对结构陶瓷零件表面抛光处理, 通常采用金刚石磨削抛光加工。由于结构陶瓷脆性、高硬度和延展性并存, 因此陶瓷的磨削抛光是一个复杂的过程。尽管传统磨削抛光可以满足结构陶瓷零件的尺寸精度和表面粗糙度的要求, 但具有加工效率低、加工成本高和污染环境等缺点。而且磨削抛光陶瓷零件过程中还会产生表面和亚表面裂纹、塑性变形和残余应力等副作用。

为了避免传统抛光加工中产生的副作用, 非接触式加工的激光抛光崭露头角, 激光抛光是一种非接触、热和光学过程, 而且超快激光非常适合用于加工陶瓷等硬脆性材料, 激光抛光具有绿色无污染、抛光精度高、灵活度高和可抛光复杂的自由曲面形状等优点。因此, 本工作根据陶瓷激光抛光目前的研究现状, 基于飞秒激光烧蚀效应提出了一种的高粗糙度陶瓷零件(初始表面粗糙度 Ra 为 5.054 μm)的分层烧蚀激光抛光方法, 通过加工参数的优化, 将表面粗糙度 Ra 降低至 0.82 μm, 降低百分比为 83.8%。在保证抛光表面质量的前提下可以有效的控制抛光烧蚀深度, 抛光烧蚀深度控制在 100 μm 以内, 避免破坏陶瓷零件本身的尺寸公差精度。本工作除了对抛光表面的质量进行研究外, 还深入研究了激光抛光对 Al₂O₃ 陶瓷本身硬度和强度等机械性能的影响并与传统机械抛光的进行了性能对比分析, 通过分析表面质量、亚表面缺陷等解释机械性能变化的原理。在此 Al₂O₃ 陶瓷平面抛光研究基础上, 应用五轴运动系统结合 3D 振镜, 我们进一步研究了复杂曲面 Al₂O₃ 陶瓷的超快激光抛光方法和技术。由于工业实际应用需求中所需的陶瓷零件具有复杂的形状表面, 因此研究复杂曲面的陶瓷零件超快激光抛光方法对于解决工业中的实际问题具有至关重要的作用。

关键词: 超快激光; 激光抛光; Al₂O₃结构陶瓷; 曲面陶瓷抛光

参考文献

*第一作者(报告人)联系方式: 蒋佶岩, 18322299891, 2335501184@qq.com