2021年招生计划

三、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1.博士论文研究方向： 结构功能表面的精密/超精密加工

选题类别：☐基础性研究　☐应用性研究　☐工程技术攻关研究
☐新开辟的研究方向　■已有研究方向的继续　☐其他

2.博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

拓扑微结构矩阵是指具有规则微米级三维拓扑形状，并可由此改变元件机械、物理等性质以表现出特定功能的结构表面。近年来，随着航空航天、生物工程、微电子工业及光学工程等民用工业和国防科技领域中尖端产业的快速发展，微结构表面愈加显示出重要的科学价值和广阔的应用前景，如肋形微结构化叶片、微流道矩阵生物反应器、微结构表面气浮轴承和微棱形阵列全反射镜等。微结构表面所用材料各异、拓扑结构复杂且精度要求高，因此对其加工技术提出了很高的要求，尤其是随着玻璃、硬质合金和工程陶瓷等硬脆材料在微结构表面上的广泛应用，其加工精度、加工效率与实际需求之间的矛盾更是日益凸显。

课题组在已结题基金的资助下开展了利用拓扑微结构矩阵改善光学玻璃超精密平面磨削性能的研究，通过在金刚石磨粒表面制造规则的微米级结构矩阵，在不降低磨削精度的同时有效抑制了光学玻璃的磨削损伤，获得了良好的研究成果。在此研究过程中我们发现在相同磨削条件下，磨削工具表面的拓扑微结构矩阵不但可以抑制磨削损伤，而且微结构矩阵的拓扑结构变化对磨削力的空间分布（大小、方向和频率特性）具有显著的影响，这为复杂形状难加工表面的精密加工提供了新的研究思路，即从静/动力学角度出发，在优化工件-夹具和工具-磨杆等磨削工艺系统刚度薄弱环节的基础上，将拓扑微结构矩阵耦合于砂轮表面，通过改变拓扑微结构矩阵的几何结构和分布密度，实现复杂难加工表面加工过程中的磨削力调控，有效抑制弱刚度加工条件下的受力变形和磨削颤振，增加其磨削稳定性。从而实现复杂表面上结构功能表面的精密/超精密磨削加工。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金

2021年招生计划

三、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1.博士论文研究方向： 复杂光学元件的精密/超精密加工

选题类别：☐基础性研究　☐应用性研究　☐工程技术攻关研究
☐新开辟的研究方向　■已有研究方向的继续　☐其他

2.博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

在制造业向智能制造方向发展的同时,精密超精密加工技术的智能化水平也得到迅速提高。在加工过程中存在丰富的声发射信息，工具-工件接触、工具磨损、材料塑性变形、切屑厚度变化以及工件表面损伤等过程均会产生声发射信号。现有研究表明，声发射信号与接触状态、磨损过程、加工振动、加工表面质量变化等加工过程状态都有着密切的关联，这些加工过程状态的改变会引起声发射信号幅值、频谱等方面的变化。同时与其它加工过程状态判别方法相比，基于声发射信号的在线监测技术具有幅/频范围宽、灵敏度高、响应速度快等特点，更能适用于复杂、时变的复杂光学元件加工过程。

课题组针对平面和非球面精密磨削开展了基于声发射信号的磨削过程状态检测研究，构建了多种声发射信号在线监测系统，研究过程中利用单颗磨粒刻划实验分析了磨粒与陶瓷、蓝宝石、光学玻璃等硬脆材料接触过程中的声发射信号变化情况，并基于小波包变换技术提取了与材料去除机理和砂轮磨损变化相关的声发射信号特征值。但现有基于声发射信号的磨削过程状态检测研究，多面向于平面、外圆面或非球面等连续表面的磨削加工过程，且主要针对信号特征提取和分类识别设计，尚缺少针对微小离散结构表面加工过程的相关研究，特别是缺少复杂结构表面影响下磨削过程物理量与声发射信号之间内在联系方面的机理性研究。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金