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： 针对纯铁等黑色金属在超精密车削中所存在的刀具磨损难题，研究金刚石刀具减摩微织构的纳秒脉冲激光加工机理

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

（1）选题背景及意义：

纯铁等黑色金属具有高拉伸强度、良好的韧性和优异的耐腐蚀性能，在各工业领域中具有广泛的应用。尤其在机械、电子和航天军事等领域，对黑色金属器件的表面质量和加工精度要求越来越高，例如，纯铁是状态方程、天体物理等精密物理实验中的一种重要材料。为了保证精密物理实验获得数据对校验模型的有效性，要求纯铁部件具有极高的轮廓精度和表面质量，一般要求厚度偏差<1μm，表面粗糙度低于20nm。单点金刚石车削技术以其可直接高效地获得超光滑表面而成为一种重要的超精密加工制造技术，但在加工工业应用较多的纯铁等难切削材料时因刀具磨损等问题限制了其应用。而通过刀具表面织构化来减弱刀具-切屑之间的摩擦是提升刀具切削能力的一个关键因素。本项目以金刚石刀具减摩微织构的纳秒脉冲激光高质量加工为目标，首先使用分子动力学仿真和实验来揭示纳秒激光烧蚀过程中金刚石的微观变形机理特别是相变机理，及其与烧蚀表层性能的关联机制；其次使用有限元仿真和实验来获得高精度金刚石微织构的纳秒脉冲激光烧蚀加工优化工艺参数；最后获得对应最优纯铁切削性能的金刚石刀具优化织构参数。本项目的研究将揭示纳秒激光作用下的金刚石相变机理，据此开展工艺优化来实现金刚石刀具高精度微织构的纳秒激光烧蚀加工，对于提升难切削材料超光滑表面的金刚石切削加工能力具有重要的理论意义与实用价值。

（2）主要研究内容：

结合理论、仿真与实验手段，从以下三个方面研究金刚石刀具减摩微织构的纳秒脉冲激光加工机理与工艺：（1）金刚石纳秒脉冲激光烧蚀去除机理研究；（2）金刚石微织构的纳秒脉冲激光烧蚀加工工艺研究；（3）织构化金刚石刀具纯铁切削性能研究。本项目的研究将获得对应金刚石刀具切削加工实现纯铁超光滑表面的优化刀具织构参数，对于提升难切削材料超光滑表面的金刚石切削加工能力具有重要的理论意义与实用价值。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该选题来源于国家自然科学基金课题。

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： 针对超硬材料球体部件的超精密加工制备难题，研究碳化硅陶瓷球的超精密磨削成球机理及工艺

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

（1）选题背景及意义：

轴承是决定精密运动系统的动静态特性的一个关键元件，对轴承部件的制造精度提出了很高的要求。特别是在重载、酸性、冷热交替等极端环境下，当前轴承滚动体多采用钢球材料，其使用性能较差，制约着整机部件精度的提高。而超硬陶瓷材料如碳化硅等具有硬度高、密度小、比刚度高、热膨胀系数小、化学性质稳定等优点，是一种替代钢球作为轴承滚动体的有效材料，在重型车辆、航空航天、舰船等领域具有广阔的应用前景。陶瓷球的成形加工通常是通过机械研磨加工来获得，而陶瓷球的高硬度和脆性断裂等特性给其研磨加工带来了极大困难。目前市场上存在的陶瓷球多为氧化铈、氧化铝等，其比刚度低于碳化硅，且陶瓷球的尺寸普遍小于20mm。碳化硅超硬材料的硬度仅次于金刚石和立方氮化硼，其球体部件的高精度高效加工具有很大的技术难点，对成球理论、加工变形机理、工艺参数优化、加工设备和检测方法等提出了极高的要求，亟需开发针对碳化硅这一超硬材料的大尺寸陶瓷球的超精密加工研制技术，实现大尺寸高精度碳化硅陶瓷球的制备，对于提升我国高端装备的核心件具有非常重要的意义。

（2）主要研究内容：

结合理论、仿真与实验手段，从以下三个方面研究超硬材料球体研磨制备机理与工艺：（1）开展球体研磨成形理论研究；（2）开展球体研磨机理研究；（3）开展球体研磨工艺研究。本项目的研究将获得碳化硅陶瓷球研磨加工成球机理与工艺，对于提升我国高端装备的核心件具有重要的理论意义与实用价值。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

该选题依托国家自然科学基金中德国际合作项目。