2022年招生计划

六、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： 精密洁净制造技术及其在惯约工程应用研究

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

激光惯性约束核聚变工程是未来能源希望，亦是肩负未来能源及国家核武器验证等重要战略任务，是各国必争的科技制高点。激光惯性约束核聚变装置其内部光学精密机构及器件需在真空、强辐射、无润滑等极端条件下运行，环境洁净等级要求百级洁净甚至十级以下条件运行，否则极易导致系统内光学元件大面积损伤，如美国国家惯约点火工程（National ignition facility-NIF）装置，几发次高通量打靶，其内部即爆发大面积光学元件损伤，仅光学元件的损失达3000万美元以上；管控惯约装置内部打靶运行超洁净环境，是保障装置内光学元件不损伤，提升高通量光学元件打靶能力的关键瓶颈技术。目前，超洁净防控技术已成为激光惯性约束核聚变点火工程亟待解决的四大技术难题之一。围绕高能激光系统下加工表面与污染物的界面作用机理、超洁净表面形成和控性制造等科学问题开展相关研究，在流程洁净控制的基础上开展惯约装置内机械结构件表面组织改性等表面强化研究，提升其激光损伤阈值使其不产尘或低产尘，且研究设计构件表面组织结构形态使之抗污染物、不染尘；优化污染物传播路径，实现及时防护、清除惯约装置内空间及结构件表面污染物，实现溯源性的超洁净防控技术。具体为基于微观视角建立材料表面组织结构状态与高能激光及污染物作用关系模型，分析高能激光作用下污染物产生、扩散规律，明晰了晶体材料表面污染物残留机理及去除工艺方法，结合激光打靶实验，探究了不同材料表面组织结构及表面处理工艺抗激光烧蚀性能，掌握了不同金属材料超洁净清洗工艺和金属材料表面陶瓷化微纳结构及成分能谱转化方法，获得了光学元件最小洁净间距，优选出了研制建造我国国家点火工程终端组件的最优制造材料及牌号，实现材料选材、表面处理、洁净冲扫和温控耦合参数优选、光学元件间距优化的全流程洁净管控，为我国国家点火工程提供关键技术支持和理论指导。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

面向国家点火工程的关键技术攻关，功能部件的设计、制造及工程运维相关课题为课题提供充足经费支持，并为课题提供面向国际前沿的应用领域和对象，相关理论及技术的发展，将为国外惯约工程建设提供有力保障。