2021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： 强激光条件下光学元件（亚）表层光伤缺陷评价、表征及诱导损伤机制研究

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

从20世纪80年代开始，随着国家高新技术“863”计划的实施以及计算机技术、微电子技术、光通讯技术、航天和国防事业的全面发展，现代先进光学制造技术已经成为一门新兴的多学科交叉的工程科学，引导着制造技术在21世纪的发展方向。光学制造技术与其它工程学科领域互相交叉融合，对当代光学制造工作者和光学制造业提出了严峻挑战，同时也带来了新的发展机遇，许多脆性材料在日新月异的光学领域里得到广泛的应用。如熔石英具有优良的热学、光学性能和化学稳定性，作为一种宽禁带光学材料常用于制造紫外波段高功率激光器的聚焦透镜、分光镜、防护罩和窗口。硅酸盐玻璃、微晶玻璃常用于制造透镜、棱镜和天文望远镜。单晶锗、单晶硅在红外波段具有很高的透过率和折射率，常用作人造卫星、导弹、红外探测仪的窗口材料。

光学零件的加工质量直接影响着零件的使用性能，在强激光系统中低频段面形误差将导致光斑中心亮度降低，影响光束的聚焦性质，但不会引起中央亮斑的展宽。中频段的波纹度将使中央亮斑的亮度降低，这也是引起非线性自聚焦的重要原因，对激光系统的安全运行危害很大。高频段的粗糙度并不影响光束质量，但会降低中央亮斑的亮度，影响薄膜的损伤阈值和增加散射损耗]。亚表面损伤除了通过降低光学元件的长期稳定性和镀膜质量间接影响光学元件的面形精度外，还直接降低光学元件的使用寿命、成像质量和激光损伤阈值等重要性能指标。光学元件的激光损伤阈值不仅与光学薄膜和材料缺陷有关，制造过程引入的亚表面损伤同样对其产生重要影响，并且很可能是导致元件激光破坏的根源所在。

另外，光学元件亚表面划痕、裂纹对激光电磁场调制引发的热效应、自聚焦与再沉积层的杂质对激光光子能量的吸收是造成光学元件激光损伤主要原因。因此， 强激光光学元件表面/亚表面光伤缺陷严重限制了自身的光学传输特性和使用寿命，已成为制约其应用和关系到能否实现核聚变点火亟需要解决的重要科学问题。

针对近无表面/亚表面光伤缺陷强光光学元件的极端制造需求，本课题以高精度、高质量、大口径强激光光学元件（BK7玻璃、熔石英等材料）表面微缺陷为研究对象，开展光学元件加工表面/亚表面缺陷的检测与表征、微缺陷诱导损伤的多物理场仿真以及激光损伤实验等方面的研究工作，本项研究工作对控制和改进光学元件加工方法，最大限度地提高军工产品质量和性能都具有极为重要的意义。本课题主要研究内容如下：

1）基于电磁场、温度场和应力场多场耦合分析技术，建立强激光光学元件表面/亚表面微缺陷诱导损伤的多物理场仿真模型，通过缺陷形成过程仿真、工艺实验和激光损伤实验，研究表面/亚表面缺陷与加工工艺参数间的映射关系，揭示光学材料强激光损伤的内在物理机制，攻克强激光学元件表面/亚表面光伤缺陷的抑制难题。

2）基于量子点无损检测、显微截面法、磁流变抛光、化学刻蚀等技术，建立激光光学元件表面/亚表面光伤缺陷的综合评价体系，并通过激光损伤实验进行验证，解决光学元件表面/亚表面光伤缺陷无损检测难题。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

选题依托国防基础科研核基础科学挑战计划：强激光条件下光学元件（亚）表层光伤缺陷评价与表征及诱导损伤机制-1。项目号：JCKY2016212A506G0503，经费：80万。