2022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： 难加工光学材料超精密加工技术及表面完整性评价技术

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

航空航天、激光核聚变、国防尖端武器装备等领域对高精度、高质量、近无缺陷的光学元件提出了迫切需求。然而，这些光学元件材料往往具有软脆、硬脆、易潮解、易开裂、对温度变化敏感等不利于加工的特性，并且光学元件对通光孔径、加工效率、表面质量等也提出越来越苛刻的要求；另一方面，加工后的光学元件往往处于强辐射、高冲击、高能量等极端服役环境，此时加工过程中引入的微纳米级（亚）表层缺陷对光学元件的使用性能和服役寿命构成严重威胁。目前，光学材料超精密加工过程中材料去除机制尚未完全诠释，单一机械加工技术已达到加工精度和加工质量的最大极限，并且国内外对加工后光学表面质量的评价大多局限于粗糙度、波纹度、亚表面损伤等传统机械质量的评价指标，缺乏考虑光学元件使用性能的加工表面完整性评价体系。因此。开展难加工光学材料超精密加工及其表面完整性评价技术研究具有重要的理论意义和工程实用价值。

该博士课题围绕航空航天、激光核聚变、国防尖端武器装备等领域难加工光学材料的超精密加工时材料去除机理及加工表面完整性评价这一科学问题，从光学材料力学性能、超精密加工中超光滑表面形成机制、加工缺陷对元件使役性能的影响等方面开展深入研究，全面表征光学元件超精密加工表层微纳缺陷特征参数及其在极端使役条件下的综合特性，揭示微纳缺陷与光学元件使役性能的映射机制；获得元件对使役性能影响最为敏感的危险缺陷种类和尺寸范围，并建立光学元件超精密加工表层微纳缺陷损伤性能评价新方法。

该博士研究方向属于国际前沿和热点，博士课题的研究具有极强的多学科交叉特色，研究工作可为提升极端服役条件下大口径光学元件的使役性能提供理论基础，并为其超精密加工工艺的制定提供重要参数依据。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家重点研发计划、军委科技委基础加强计划重点项目、总装预研项目

2022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： 光学元件强激光诱导损伤机理及精密微修复技术

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

为了实现聚变能源，世界各国纷纷斥巨资建造大型激光驱动惯性约束核聚变装置，如美国国家点火装置（NIF）、法国兆焦耳工程（LMJ）、中国“神光”（SG）系列装置。这些高功率激光装置需要上万件大口径、高精度、高质量光学元件。然而，这些光学元件多数为脆性材料，并且一些特殊的功能材料（如KDP非线性晶体）具有易潮解性、强各向异性、对温度变化敏感等极不利于加工的特性。目前，激光核聚变装置中大口径光学元件的超精密加工面临着前所未有的挑战。另一方面，加工制备的光学元件在强激光极端使用环境下极易诱发激光损伤缺陷点，这些缺陷点极大地降低了光学元件的光学性能和使用寿命。现阶段，光学元件的低激光损伤阈值问题是制约激光核聚变装置发展的技术瓶颈。然而，光学元件激光损伤原因尚不明确，强激光诱导光学材料损伤机制及其精密微修复技术仍是国际难题。

鉴于目前有关光学材料激光损伤的国内外研究主要集中于材料内部杂质、瞬稳态缺陷等内部因素，该博士课题提出从光学材料加工引入的（亚）表面微缺陷出发，研究其在强激光辐照下的演变行为，以期探明光学材料强激光损伤机制；另一方面，为降低微缺陷（包括激光损伤缺陷）对光学元件光学性能和使用寿命的影响，提出采用微铣削、激光加工等先进加工技术，在缺陷点尺度较小时对其进行精密修复去除，以达到对大口径、昂贵光学元件的循环使用策略，并延缓其使用寿命的目的。

该博士研究方向属于国际前沿和热点，博士课题的研究具有极强的多学科交叉特色，研究工作可为提升极端服役条件下大口径光学元件抗损伤能力及使用寿命提供理论基础，并为其超精密加工、激光预处理及加工缺陷控制等提供重要参数依据。

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、军委科技委基础加强计划重点项目、中国科协青年人才托举工程计划