

2020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： 基于干涉拼接技术的大口径连续位相板面形精度检测 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 在惯性约束聚变工程中，聚焦光斑形态直接关系到系统打靶的成败。大口径连续位相板(Continuous phase plate, CPP)作为典型的衍射光学元件，可以有效控制光束质量，且能量利用率高、焦斑形态控制能力强，在美国NIF和法国LMJ等大型惯性约束工程中得到了广泛的应用。激光系统的典型应用中，大口径连续位相板实际尺寸达到了430mm×430mm，空间深度最多甚至达到10 μm，而梯度能达到4 μm/cm，而且空间周期丰富，具有典型的复杂自由曲面结构特征。 现代光学元件的先进制造技术是一个典型的确定性修形加工过程，其根据面形误差的定量检测，并进行精确的修正，是逐渐提高光学制造精度的有效手段，而这其中的关键便是高精度的干涉仪。然而，由于波面干涉仪的光学镜面测试精度极大的受限于其所使用的CCD像素以及干涉仪的光学传递函数，因此大口径的干涉仪的检测误差波段难以扩大。以美国的Zygo公司的波面干涉仪为例，如果其镜头为1000×1000像素点，对于口径达到1mm的光学元件检测，其分辨率将低于1mm。 受限于CCD的分辨率，全口径干涉检测难以实现大口径、大梯度的复杂面形CPP波前检测，难以避免检测局部区域数据丢失。如何在CPP的加工制造过程中实现高精度高分辨率的检测反馈，是提高CPP制造质量的关键所在。 在此背景下，将基于“以小拼大”的子孔径拼接测量应用到CPP的加工检测应运而生。子孔径拼接是一种典型以低成本获取高精度的大口径光学元件面形的检测手段。在子孔径拼接检测CPP过程中，首先将全口径划分为若干小尺寸的子孔径，从而使得标准的小口径干涉仪可以对于CPP对应的子孔径区域实现高精度的测量，随后通过干涉仪和CPP的相对运动，不断采集子孔径检测结果，直到覆盖到整个全口径区域中。整个过程中，需要子孔径之间具有足够的重叠区域。整个测量过程中，由于每次仅仅测量单个子孔径，因此单个子孔径的高精度检测足以匹配相应的检测区域，从而大大降低了检测的难度。此外，整个检测过程仅仅需要在一个运动系统配合标准干涉仪便可得以实现，因此采用子孔径拼接的方式对CPP进行检测，既避免了全口径检测所必须大口径标准波面的要求，大大降低了制造难度和成本，又保留了高精度的测量分辨率，对检测中低频误差更加有效。此外，以小拼大的检测方式更加有利于针对具有不同空间特征的位相板，满足其测量能力。 综上所述，基于干涉拼接技术的大口径连续位相板面形精度检测是推动CPP高精度加工制造的核心技术，成为CPP制造工艺过程中不可或缺的重要一环。 博士论文拟针对以下内容开展研究： 1. 大口径连续位相板的高精度拼接干涉系统设计以及搭建； 2. 高精度子孔径拼接算法研究； 3. CPP拼接检测精度的影响因素研究
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 本课题经费来源于中国工程物理研究院惯约专项课题“熔石英抗损*****”和来自该院八所的相关外协经费。主要负责大口径连续位相板的低成本、高效、高精度加工，为惯约工程的顺利实施提供技术支撑。

2020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： 大尺寸硬X射线聚焦镜模具与镜片轮廓误差检测及面形重构 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 在中科院空间科学战略先导专项课题支持下，本课题组拟面向“增强型X射线时变与偏振eXTP空间天文台”的镜片加工开展研究。eXTP空间天文台是由中国科学家发起和主导的重大国际合作空间科学项目，合作组成员来自中国、意大利、德国、西班牙、英国、法国、荷兰、瑞士等二十多个国家、地区和组织的一百多个研究单位，将有望成为中国发起和主导的最大型的天文卫星国际合作项目，并有望成为在2025-2035年间该领域国际领先的旗舰级X射线空间天文台。 由于集合了大面积聚焦望远镜阵列、大面积准直望远镜阵列和高灵敏度偏振望远镜，eXTP相比于之前的X射线天文卫星，不但具有了全新的多参数同时观测能力，而且综合性能也将有一个数量级的提高另外，eXTP在观测研究各类高能天体、探测伽马射线暴和引力波暴电磁波对应体等多个天文学前沿方向都具有明显优势，将推动我国空间X射线天文学进入国际领先行列。 eXTP卫星采用小口径嵌套式掠射聚焦型X射线望远镜，并由多个结构相同的望远镜构成阵列，获得所需的总有效面积。因角分辨要求较高，必须采用成像质量较好、而且工程上较易于实现的Wolter-I型结构，即由同轴共焦的内反射抛物面和内反射双曲面组成。X射线波长很短，仅在掠入射角度很小的情况下，才能发生全反射，单组镜片的有效面积很小。为了实现大的有效面积，需要将多层薄壁结构的镜片嵌套在一起。 eXTP聚焦望远镜拟采用镍电铸复制的技术路线，主要步骤包括：光学及结构设计，模具加工，模具镀膜，电铸旋转对称的完整镜片，脱模，镜片光学检测，精密装配等。其中，模具的制造是eXTP聚焦镜研制过程中的核心环节，它的加工精度和表面质量直接决定了聚焦镜的成像效果。由于聚焦镜带有较大锥度且表面面形为非球面曲面，因此，常规的基于圆柱度仪的面形测量方法无法满足聚焦镜模具的测量需求，必须开发一套在位测量装置和面形重构方法，为后续的超精密修形和超光滑抛光提供重要的技术支持。 博士论文拟针对以下内容开展研究： 1、X射线聚焦镜模具面形精度在位检测与重构； 2、非接触式聚焦镜内表面面形精度检测技术与装置设计； 3、基于PSD分析的面形全频段误差评测与误差溯源
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 本课题来源于中国科学院战略性先导科技专项“增强型X射线时变与偏振（eXTP）空间天文台（黑洞及其周边物理现象探测）重大背景型号研究”课题。主要负责X射线聚焦镜的制造、装配与检测，课题已于2019年6月25日开题，将于2019年7月开始实施，课题经费3500万元。

七、招生计划申报导师确认

表中所填内容经本人确认属实。

导师签字：年 月 日

八、所在单位党支部意见：

党支部书记签字：年 月 日

九、所在院（系）党委（党总支）意见：

☐ 同意申报 ☐ 不同意申报

党委（党总支）书记签字：年 月 日

十、院（系）意见

☐ 同意招生计划，且建议给予 个博士生招生名额

☐ 不同意招生计划

其他需要特殊说明事项：

院长（系主任）签字：年 月 日

十一、研究生院审核备案意见

负责人签字（盖章）：年 月 日