**2024年度陕西高等学校科学技术研究优秀成果奖励推荐项目公示内容**

1. **成果名称：**

用于燃烧场三维成像与检测的光学体层析技术

1. **完成单位排序及贡献：**

西安工业大学

1. **成果简介：**

**成果的主要技术内容：**

针对燃烧场多种物理参量的无损、瞬态、非接触、三维定量测量与全场三维显示需求，本成果将多种光学检测方法与计算机层析理论相结合，开发了莫尔偏折体层析技术和发射光谱体层析技术。完善了三维体层析基础理论与稀疏采样层析重建算法体系；构建了用于多方向投影采集的光学系统和同步采集硬件控制电路系统；解决了多方向投影标定、投影信息提取、有限投影数据条件下的高精度体层析重建、燃烧场三维显示等关键技术；实现了燃烧温度、气体密度、气体组分和燃烧结构的联合检测与诊断。

**成果的主要创新点：**

（1）建立了与投影检测光学系统相匹配的三维体层析投影模型，突破了现有层析理论中平行投影模型的限制，更加符合实际的投影采集与成像过程，从本质上为高精度的层析重建提供理论基础。

（2）建立了稀疏采样体层析重建理论与算法体系，突破现有基于Radon变换体层析技术中投影采集装置二维共平面布局和投影角度的限制，为复杂环境中稀疏采样的光学体层析技术的建立与实现提供理论基础。

（3）根据不同投影检测光学系统的成像特点，构建了不同模型的多方向投影标定与校正技术，将各投影的方向与位置融合到同一个世界坐标系中，保证了层析系统中投影的准确性和重建精度。

**成果的推广应用情况：**

围绕基于光学体层析技术的燃烧场三维成像与检测，本团队获批了一系列纵向课题，具体情况如下：

（1）国家自然科学基金委员会，青年基金项目，61701385，基于三维Mojette变换的稀疏采样发射体层析技术研究，2018.1-2020.12，19.5万元，结题。

（2）装备项目管理中心，快速扶持项目第一阶段，61406190121，火工品换能元等离子体瞬态测试技术，2021.2-2021.7，50万元，结题。

（3）陕西省教育厅，专项科研计划项目，17JK0385，考虑复杂流场光传输特性的莫尔衍射层析技术研究，2017.1-2019.1，2万元，结题。

（4）陕西省科学技术协会，陕西省高校科协青年人才托举计划项目，20210118，基于莫尔偏折法的火工品换能元等离子体瞬态测试技术研究，2022.1-2023.12，2万元，在研。

（5）南京理工大学先进固体激光工业和信息化部重点实验室，开放基金项目，3096014112-014，用于流场检测的激光莫尔衍射层析技术研究，2016.10-2018.9，2万元，结题。

同时，为了对本成果的内容进行推广应用，已与陕西应用物理化学研究所、陕西福禄克斯光电科技有限公司、西安菲尔特光电科技有限公司、西安高斯激光科技有限公司等多家企事业单位签订了成果转化与合作研发协议。

1. **主要论文专著目录和主要知识产权证明目录：**

**论文目录：**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **论文名称** | **刊名/出版社** | **发表时间** | **论文作者** |
| 1 | High spatial resolution computed tomography of chemiluminescence with densely sampled parallel projections | Optics Express | 2019 | 王佳, 郭珍艳, 聂亮, 吴慎将 |
| 2 | Exact reconstruction condition for angle-limited computed tomography of chemiluminescence | Applied Optics | 2021 | 王佳, 李明喆, 程军霞, 郭珍艳, 李党娟, 吴慎将 |
| 3 | Mojette变换层析技术中的投影角度布局方法 | 物理学报 | 2021 | 吴慎将, 刘荣明, 王佳, 李党娟, 程军霞 |
| 4 | Moiré tomography for the diagnoses of flow fields with consideration of ray propagation | Optics Communications | 2019 | 王佳, 郭珍艳, 聂亮, 张维光 |
| 5 | 基于径向剪切干涉仪的三维位移测量技术 | 物理学报 | 2021 | 王佳, 刘荣明, 王佳超, 吴慎将 |
| 6 | Theoretical study of photo association of alkali-metal dimers | Photochemistry and magnetochemistry | 2021 | 程军霞, 王佳, 谭振坤, 吴慎将 |

**知识产权目录：**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **授权项目名称** | **知识产权类别** | **国（区）别** | **授权号** |
| 1 | 波长量级非均匀度相位物体的三维折射率定量重构方法 | 发明专利 | 中国 | ZL201810309563.7 |
| 2 | 一种基于圆光栅径向剪切干涉仪的三维位移测量方法 | 发明专利 | 中国 | ZL201911003526.4 |
| 3 | 一种用于压缩编码孔径成像的目标轮廓识别方法 | 发明专利 | 中国 | ZL201811028577.8 |
| 4 | 一种透射波前相位径向一阶导数的检测装置和方法 | 发明专利 | 中国 | ZL202011533647.2 |

1. **客观评价：**

国内领先。

1. **推广应用情况：**

课题组开发的莫尔偏折测量系统、燃烧发射光谱检测系统、信息处理算法与软件系统、相机标定系统、体层析重建算法与软件系统、燃烧场三维显示与成像技术已经分别在陕西应用物理化学研究所、陕西福禄克斯光电科技有限公司、西安菲尔特光电科技有限公司、西安高斯激光科技有限公司等单位得到应用和推广，效果良好。

1. **科学意义和科学价值：**

所申报成果从燃烧场三维成像与检测的实际需求出发，基于计算机体层析理论，构建了莫尔偏折体层析和发射光谱体层析理论基础和检测系统，可实现燃烧场多物理参量的联合三维诊断；以投影检测光学系统成像特点为基础，构建了三维体层析投影模型与层析重建理论；基于三维Mojette变换理论，建立了稀疏采样层析重建理论，获得了体层析精确重建条件和最优相机布局方案；从体层析重建算法的需求出发，建立了基于不同类型光栅的莫尔偏折投影检测系统，以实现投影相位信息的高精度测量；建立了多方向投影标定理论，获得了相应的投影校正与匹配理论与技术方法。

1. **主要完成人员情况：**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **姓名** | **排 名** | **职务/职称** | **工作单位** | **完成单位** | **对项目的主要学术和技术创造性贡献** |
| 王佳 | 1 | 副教授 | 西安工业大学 | 西安工业大学 | 构建了三维体层析理论与稀疏采样层析重建理论 |
| 李党娟 | 2 | 副教授 | 西安工业大学 | 西安工业大学 | 完成了多相机同步采集系统的软、硬件开发 |
| 吴慎将 | 3 | 教授 | 西安工业大学 | 西安工业大学 | 完成了莫尔偏折投影检测系统的设计、理论分析和信息提取算法 |
| 程军霞 | 4 | 讲师 | 西安工业大学 | 西安工业大学 | 完成了稀疏采样条件下非完全数据的高精度层析重建算法研究 |
| 张维光 | 5 | 教授 | 西安工业大学 | 西安工业大学 | 构建了投影匹配模型，完成了投影标定与校正技术研究 |

1. **完成人及完成单位合作关系说明：**

项目主要完成人王佳、李党娟共同承担了装备预先研究领域基金项目“火工品换能元等离子体瞬态测试技术”项目的研究工作；项目主要完成人王佳、张维光共同承担了国家自然科学基金项目“基于三维Mojette变换的稀疏采样发射体层析技术研究”项目的研究工作。项目主要完成人王佳、李党娟、吴慎将、程军霞、张维光共同发表学术论文及申报发明专利多篇。

1. **知情同意证明：**



