**2021年度北京市科学技术奖提名公示内容**

**一、项目名称**

干涉处理相干激光雷达目标成像探测方法与衍射光学系统应用

Target imaging detection method of coherent ladar based on interferometric processing and application of diffractive optical system

**二、候选单位(含排序)**

1、中国科学院空天信息创新研究院;2、中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

**三、候选人(含排序)**

1、李道京;2、姚园;3、张志宇;4、吴淑梅;5、周凯;6、崔岸婧;7、胡烜;8、谭淞年;9、高敬涵;10、吴疆

**四、项目简介.**

1. 研究目的意义

将相干探测体制、逆合成孔径激光雷达成像原理和衍射薄膜镜结合，形成新体制远距离运动目标成像探测激光雷达，对激光雷达技术发展和应用具有重要意义。本项目成果如下：

（1）基于干涉处理的相干激光雷达运动目标成像探测方法

（2）我国第一台衍射薄膜镜多通道相干激光雷达原理样机

（3）多通道相干激光雷达地面和空中运动目标试验数据集

主要核心技术包括：目标振动相位误差估计与补偿，激光信号相干性保持，宽视场收发高分辨率成像和轻量衍射光学系统应用等。

2. 主要技术发明点

（1）基于干涉处理运动补偿的相干激光雷达运动目标成像方法，在衍射光学系统内视场正交基线干涉处理条件和俯仰扩束外视场顺轨干涉处理条件下，合作车辆和飞机目标实际数据处理结果验证了其有效性，目标最大多普勒中心频率19.87MHz，最大斜视角73°，最大信号时长1.2s，可补偿激光振动信号频率范围大于30kHz，成像距离范围240-1200m，成像分辨率1-4cm。

（2）激光信号相干性保持和目标探测方法，用发射参考构造匹配滤波器实现二相编码信号脉冲压缩和窄脉冲信号高频相位变化校正，实现单脉冲信噪比0dB以下目标的探测，使得1.1km地物回波信号的信噪比优于30dB，5.4km高反目标回波信号的信噪比优于35dB。实际数据处理结果同时验证了基于本振数字延时实现信号相干性保持方法的有效性。

（3）衍射光学系统结合全光纤光路激光雷达的宽波束接收和波束频率扫描方法，研制出了我国第一台衍射薄膜镜多通道相干激光雷达原理样机

原理样机主要参数：

* 激光中心波长1.55 $μ$m
* 衍射薄膜镜通光口径120mm，衍射环数1100+，表面粗糙度Ra55nm
* 衍射光学系统样机具有1发4收功能，每组单模光纤接收波束宽度大于3mrad，通过激光频率变化可调整接收波束宽度
* 通道数4（回波）+1（发射参考）+1（本振参考）

3. 成果产生的价值

（1）干涉处理方法可有效解决目标振动对相干激光雷达成像探测性能的影响问题；采用衍射薄膜镜可使激光雷达大幅减重并易于波束宽度变化和波束扫描，对大口径激光雷达的空间应用具有重要意义。

（2）获取的多通道相干激光雷达地面和空中运动目标试验数据集，填补了国内数据空白，可用于目标特性和成像方法研究。

（3）成果所属新一代信息技术，是北京市重点发展领域。本项目成果同时包括授权发明专利10项、论文20篇、专著1本，已应用在2个项目中，已产生直接经济效益220万元，对北京经济社会发展具有贡献。

五、主要支撑材料目录

主要支撑材料目录详见附件。

附件：主要支撑材料目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识产权（标准规范）类别** | **名称** | **国家（地区）** | **授权号（标准规范编号）** | **授权公告日（标准规范发布日期）** | **发明人（标准规范起草单位）** | **权利人（标准规范起草人）** | **应用方式（自用、生产销售、技术开发、技术转让、技术咨询、技术服务、实施许可等）** |
| 1 | 发明专利权 | 正交基线InISAL的运动目标成像方法及系统 | 中国 | ZL201810120944.0 | 2021-04-23 | 李道京，胡烜 | 中国科学院空天信息创新研究院  | 技术开发 |
| 2 | 发明专利权 | 一种航空激光器 | 中国 | ZL202010574517.7 | 2021-09-03 | 谭淞年，姚园，刘伟毅 | 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所  | 技术开发 |
| 3 | 发明专利权 | 一种辊筒表面微结构制作设备、系统及方法 | 中国 | ZL201911370306.5 | 2021-04-02 | 张志宇，王若秋，薛栋林，张学军 | 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所  | 技术开发 |
| 4 | 发明专利权 | 机载SAL光学系统及其对应的SAL信号处理方法 | 中国 | ZL201610411167.6 | 2019-01-04 | 李道京，杜剑波，马萌，胡烜 | 中国科学院空天信息创新研究院  | 技术开发 |
| 5 | 发明专利权 | 一种采用顺轨干涉处理抑制平台振动的机载SAL成像方法 | 中国 | ZL201410037044.1 | 2016-03-09 | 李道京，马萌，杜剑波 | 中国科学院空天信息创新研究院  | 技术开发 |
| 6 | 发明专利权 | 基于高阶相位的宽视场激光信号收入光纤装置及方法 | 中国 | ZL201810148165.1 | 2020-06-26 | 李道京，胡烜，赵绪锋 | 中国科学院空天信息创新研究院  | 技术开发 |
| 7 | 发明专利权 | 基于本振数字延时的SAL信号相干性保持方法 | 中国 | ZL201711213470.6 | 2021-08-13 | 李道京，胡烜，赵绪锋 | 中国科学院空天信息创新研究院  | 技术开发 |
| 8 | 发明专利权 | 机载合成孔径激光雷达系统及成像方法 | 中国 | ZL201210268788.5 | 2014-02-12 | 李道京，刘波，张清娟，杨宏，潘洁 | 中国科学院空天信息创新研究院  | 技术开发 |
| 9 | 发明专利权 | 基于激光信号频率扫描的波束扫描方法 | 中国 | ZL201811560917.1 | 2020-12-22 | 李道京，胡烜 | 中国科学院空天信息创新研究院  | 技术开发 |
| 10 | 发明专利权 | 定位装置 | 中国 | ZL201910061021.7 | 2019-04-19 | 谭淞年，王中石，许永森，徐钰蕾，李全超 | 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所  | 技术开发 |
|  |
| **序号** | **类别** | **论文（专著）名称** | **刊名/****出版社** | **年卷期页/ISBN** | **发表时间** | **通讯作者** | **第一作者** | **论文全部作者** | **第一署名单位** |
| 1 | 论文 | 基于共形衍射光学系统的合成孔径激光雷达成像探测 | 光学学报 | 2020年第40卷第4期，pp179-192 | 2020-02-25 | 李道京 | 李道京 | 李道京， 胡烜，周凯，姚园，乔明  | 中国科学院空天信息创新研究院（中国科学院电子学研究所）  |
| 2 | 论文 | 基于干涉处理的机载合成孔径激光雷达振动估计和成像 | 中国激光 | 2016年第43卷第9期，pp253-264 | 2016-07-06 | 李道京 | 杜剑波 | 杜剑波，李道京，马萌，胡烜，乔明  | 中国科学院空天信息创新研究院（中国科学院电子学研究所）  |
| 3 | 论文 | 10m衍射口径天基合成孔径激光雷达系统 | 中国激光 | 2018年第45卷第12期，pp261-271 | 2018-08-30 | 李道京 | 胡烜 | 胡烜，李道京  | 中国科学院空天信息创新研究院（中国科学院电子学研究所）  |
| 4 | 论文 | 多通道逆合成孔径激光雷达成像探测技术和实验研究 | 激光与光电子学进展 | 2021年第58卷第18期，pp342-353 | 2021-09-25 | 李道京 | 李道京 | 李道京，周凯，崔岸婧，乔明，吴淑梅，王烨菲，姚园，吴疆，高敬涵  | 中国科学院空天信息创新研究院  |
| 5 | 专著 | 合成孔径激光雷达成像技术 | 国防工业出版社 | 978-7-118-12254-1 | 2021-07-01 | 李道京 | 李道京 | 李道京，杜剑波，胡烜，马萌  | 中国科学院空天信息创新研究院  |