

空间光学研究所简介

一. 导师简介

张淳民，博士，教授，博士生导师。西安交通大学空间光学研究所所长。

国家基金委专家组成员、享受国务院政府特殊津贴、陕西省“三秦”人才。美国光学学会（OSA）会员，中国光学学会理事，中国光学工程学会理事，中国光学学会空间光学专业委员会副主任，陕西省光学学会副理事长，全国高校电磁学研究会副理事长，全国高校光学研究会副理事长。现代物理副主编，光学学报常务编委，光子学报、航天返回与遥感、物理科学期刊编委，德国 Optics 编委，美国 Optics Letters, Applied Optics, Optics Engineering, Chinese Physics, 物理学报等特邀评阅人，被世界名人录《who's who in the world》收录，西安交通大学教学名师。

先后主持国家 863 计划 2 项、国家重大专项 2 项、国家自然科学基金重点项目 2 项、国防基础科研项目 1 项、国家自然科学基金 4 项；省自然科学基金重点项目 1 项、省科技攻关项目 2 项、市工业攻关项目 1 项。参加的科研项目有国家“863-308”、“863-2”、国家自然科学基金等多项。近年来在国际著名学术期刊 Optics Express, Optics Letters, Applied Optics 等发表学术论文 150 余篇，其中 SCI 收录 136 篇。出版专著 2 部，获授权发明专利 10 项。

联系方式：82668016；13572929537；15829685668.

邮箱：zcm@xjtu.edu.cn；qiwei.12@stu.edu.cn.

网址：<http://so.xjtu.edu.cn>.

二. 研究方向

近年来，课题组在空间光学、干涉成像光谱技术、对地观测和空间探测方面，在国际上取得了多方面的创新：首次提出了基于 Savart 偏光镜横向剪切的偏振干涉成像光谱技术，自行设计研制了超小型稳态偏振干涉成像光谱仪星载、机载和实验样机三台。这是一种集时间、空间调制主要优点于一体的时空混合模式的信息获取遥感仪器，可同时获取目标的二维空间图像、一维光谱及偏振信息，具有成像仪、光谱仪和偏光仪的三重功能。该仪器与国际上目前仅有的偏振干涉成像光谱实验装置 DASI（美国研制）相比，使光能量利用率和探测灵敏度提高 2~3 个量级，视场扩大 3~5 倍，极大地提高仪器的信噪比及对微弱信号的探测能力。这是我国学者自行设计、研制成功的国际上首台基于萨瓦板的偏振干涉成像光谱仪。

在高层大气风场光学遥感探测方面，提出了全方位、多方向被动遥感探测的

创新性原理、方案和探测模式，研制了风成像干涉仪，改变了目前国际上美、加、法三国科学家提出的风场干涉仪技术的一维探测方式，极大的提高了探测效率。

上述研究对发展我国具有自主知识产权的空间探测、对地观测以及对陆地表层、大气、海洋探测具有重大的科学意义。在航空航天、空间探测、国防、国家安全、地球生态环境和人类生存空间、航天器的发射和运行、资源普查、环境保护、地球物理、天文物理研究等方面都有着重要的应用价值和广阔的应用前景。

1. 成像光谱技术

成像光谱技术是光学遥感探测技术的前沿科学，是近年来发展起来的高新技术，它可以同时获取物体的二维形影信息、一维光谱信息，是融合光学、信息科学、计算机科学、电子技术、精密机械于一体的前沿交叉学科。在对地观测、空间探测、生物医学、生命科学、航天航空、地球生态环境保护等方面都具有十分重要的科学意义和广阔的应用前景。

该方向主要研究利用光学遥感技术实现陆地表层、大气、海洋以及空间目标的多维度探测。典型研究与应用领域包括：1) 傅里叶变换成像光谱技术；2) 光电图像处理技术；3) 先进光学仪器设计及研制等。

课题组首次提出了基于 **Savart** 偏光镜的偏振干涉成像光谱技术，自行设计研制出具有自主知识产权的国际上首台基于 **Savart** 板的超小型稳态偏振干涉成像光谱仪星载、机载和实验样机三台，达国际先进水平。该研究方向获得国家 863 计划、国家重点、自然科学基金等 6 项资助。发表 **SCI** 论文 50 余篇，获授权发明专利 2 项。



图 1.1 自行设计研制的具有自主知识产权的成像光谱仪星载、机载样机





图 1.2 样机获取的复色光干涉图像、复原光谱及多光谱合成彩色图像

2. 图像、光谱、偏振多维信息一体化获取技术

干涉成像光谱偏振技术是近年来发展起来的一种新型的目标信息获取技术。在图像与光谱信息中加入偏振信息，可达到最佳探测与识别能力，可以在很多领域获得意想不到的作用，如可以区分形状、光谱伪装的假目标；可以区分天然目标与人造目标；可用于导弹预警，空间碎片探测等。在大气探测中，可以探测大气气溶胶及空间悬浮粒子的尺度与分布；在天文上可以探测恒星的偏振光谱；可应用于矿产资源、植皮资源、城市环境、大气污染等领域，还可以推广到生物医学、生命科学、医疗、疾病诊断、工业在线检测、便携式全光探测等其它领域。

本课题提出了一种高分辨率、高灵敏度的图像、光谱、偏振多维信息一体化获取技术的创新原理和方法。设计、研制出具有自主知识产权的星载样机和实验装置二台。开展了模拟星载探测实验，同时获得了目标的二维形影图像、高光谱信息和全偏振态信息。该研究方向获得国家863计划、自然科学基金重点项目等3项资助。发表SCI论文46篇，获授权发明专利6项。

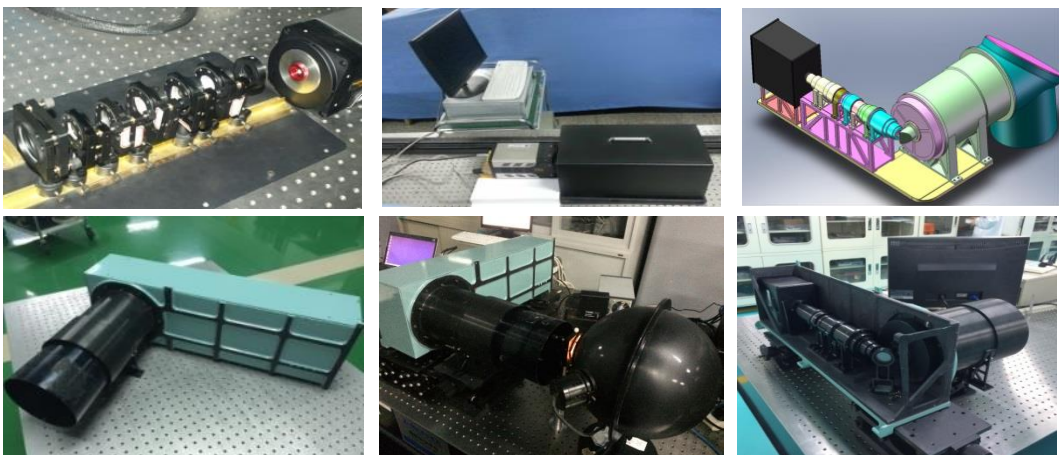


图 2.1 图像、光谱、偏振多维信息一体化获取星载样机和实验装置

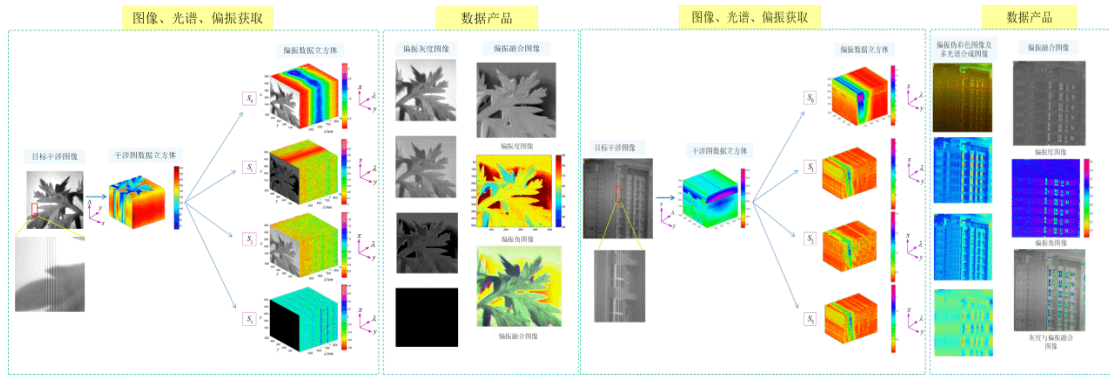


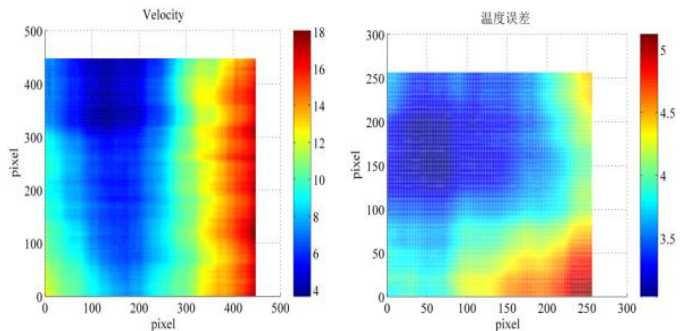
图 2.2 样机模拟星载探测实验获取的室内、外目标图像、光谱和偏振信息

3. 大气光学遥感探测技术研究

风是理解大气行为的关键参数，地球上空的风将能量和动量从一个位置传输到另一个位置，开展大气风场和痕量气体探测具有重要的科学意义和应用价值。

该方向重点开展大气风场、温度、粒子体辐射率和痕量气体遥感探测技术，即根据大气中的声、光、电等信号在传输过程中的性质变化，反演出大气风场的风速、温度、粒子体发射率等信息。主要研究包括 1) 高光谱微量气体 (CO_2 、 O_3 、 $\text{PM}_{2.5}$) 成分、含量以及探测原理、方案研究；2) 新型探测仪器设计与研制；3) 风场干涉图静态四强度实时、同时探测原理、模式及相关技术研究。

课题组提出了全方位、多方向、大视场、高探测灵敏度高层大气风场被动式遥感探测的创新性原理和实施技术方案；首次开展了对更接近实际的佛克脱轮廓谱线大气风场探测的研究，提出了“气辉”、“极光”的佛克脱轮廓高层大气风场的探测理论；提出了风场干涉图静态四强度实时、同时探测原理、方案、探测模式及相关技术；自主设计研发了国内首台基于压电陶瓷扫描的风成像干涉仪样机；进行了模拟星载探测实验，获得了风场干涉图；反演得出了多普勒风速、温度和压强，测量精度达到了仪器设计指标。该研究方向获国防、国家自然科学基金重点项目 4 项资助，发表 SCI 论文 21 篇，获授权发明专利 2 项。



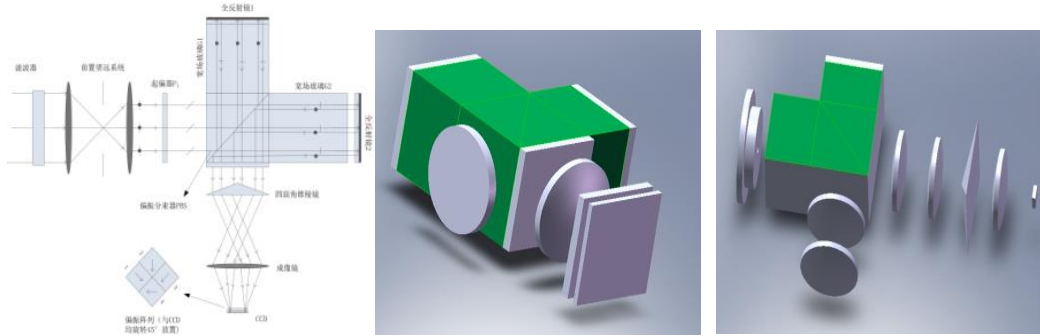


图 3.1 研制的风成像干涉仪及风场探测实验结果

4. 高光谱遥感反演理论与算法研究

针对高分卫星全球二氧化碳大尺度、实时、精确、高分辨率监测的重大需求，需要拓展和深化高光谱分辨率大气辐射传输理论及其卫星观测的正演仿真模拟和反演技术研究，提高反演速度，改进反演精度，建立二氧化碳全球反演业务算法，为国内已经立项和后续发展的高光谱观测卫星温室气体探测载荷数据处理和应用提供技术支撑。

该方向主要开展高光谱遥感监测 CO_2 产品反演和算法、 O_3 和痕量气体探测、高光谱大气辐射传输理论和数据处理方法的研究。建立、发展高光谱辐射传输模式和遥感反演系统 GF_VRTM-V1.0，为 CO_2 、 O_3 和痕量气体的星载探测奠定理论基础和提供技术支持。该研究方向获国家重大专项 2 项资助，发表 SCI 论文 10 余篇，研究成果应用于我国科学试验卫星和碳卫星。

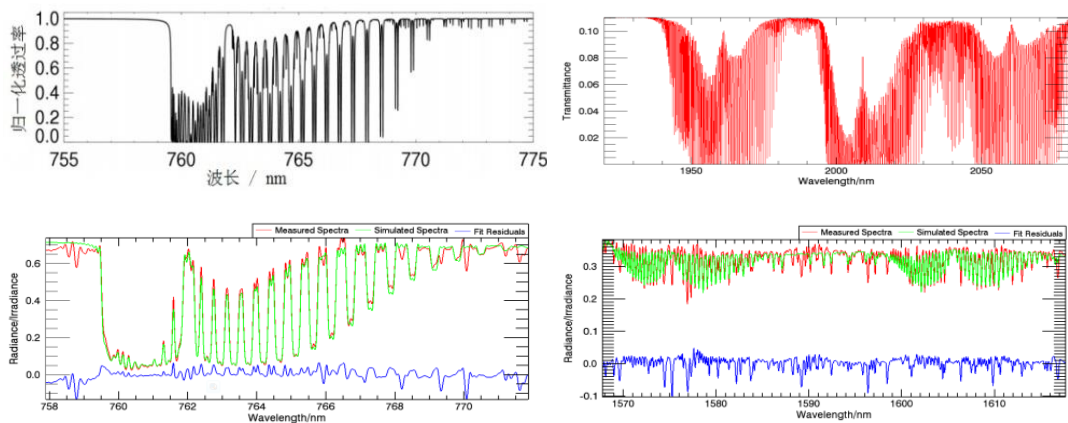


图 4.1 CO_2 、 O_2 观测光谱图

5. 左手材料

本课题组基于总装预研重点项目“具有奇异性质的左手材料”的支持，对周期性结构左手材料开展了深入研究，自行研制了实验装置，设计了回字形、C 环、六边形、八边形、三角、四角等十余种棱镜型模型样品；在 Applied Optics, Optical Engineering, 物理学报等国内外著名期刊发表论文十余篇。