徐坤于振明等 Light
星载计算光谱成像突破视频级高光谱遥感

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/42866.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

徐坤于振明等 Light 星载计算光谱成像突破视频级高光谱遥感。 导读

高光谱遥感在灾害监测、环境评估、资源勘探等重大任务中具有广泛应用价值。然而，传统星载高光谱载荷面临成像速度慢、数据量大、成本高等瓶颈，无法支撑大规模、高动态性的遥感观测。近日，北京邮电大学徐坤教授团队提出一种反射式快照压缩高光谱成像新方案，并成功研制国际首个计算成像驱动的小型化星载高光谱遥感载荷——北邮光谱一号。北邮光谱一号通过单次曝光即可获取47个波段的高光谱信息，支持30帧每秒的视频级在轨高光谱成像。相关成果以Spaceborne snapshot compressive hyperspectral imaging，为题发表于《Light: Science Applications》。北京邮电大学于振明教授、北京邮电大学程黎明博士为该论文共同第一作者，北京邮电大学徐坤教授、北京邮电大学于振明教授为该论文共同通讯作者。该工作得到了国家重点研发计划、国家自然科学基金等项目的资助。

研究背景

高光谱遥感能够获取地球表面数十乃至上百个连续波段的窄带图像，为每种目标留下独特的光谱指纹，能够精准识别并区分不同类型的地物，在灾害监测、环境评估、资源勘探等领域具有不可替代的作用。传统的色散型与滤波型星载高光谱载荷，均依赖扫描方式获取数据，成像速度慢，均依赖扫描方式获取数据，成像速度慢，难以实现对动态目标高光谱观测。同时，传统载荷存在结构复杂、体积庞大、成本高昂的问题，难以在星载平台实现大规模部署。

近年来，新兴的快照压缩高光谱成像技术可通过光场编码与算法解码，显著提升高光谱成像速度，可实现视频级高光谱成像。同时，该技术还具有低成本、小型化的优势，在部署灵活度上获得了进一步提升。然而，该技术在星载平台应用面临巨大挑战：太空中超远的成像距离，要求系统内部的组件高度对准，轻微偏差就会导致编码失效；同时，火箭发射带来的剧烈振动、以及太空中的温差和真空环境，很容易造成系统内部元件的错位和变形，导致编码精度严重下降；此外，卫星上有限的空间、存储资源需要高度优化的系统设计。

研究亮点

亮点一：反射式高紧凑载荷设计

研究团队提出了一种新型反射式编码结构，如图1c所示。该设计通过光路复用，大幅减少了透镜

、棱镜等光学元件的使用数量，在保证高成像质量的同时，显著提升了载荷的紧凑性（体积：182mm × 214mm × 94mm，重量：1.535kg）。同时，载荷采用一体化刚性结构与防松动设计（如图1a所示），能有效抵抗火箭发射过程中的航天级振动，确保编码元件与传感器不发生像素级错位。针对成像质量，研究团队专门设计了两组定制化镜组（分别含5片和6片透镜），能显著抑制色差与几何畸变。此外，载荷内部配备了高灵敏度传感器以及自配置高速电路，可支持30帧每秒的视频级高光谱成像。

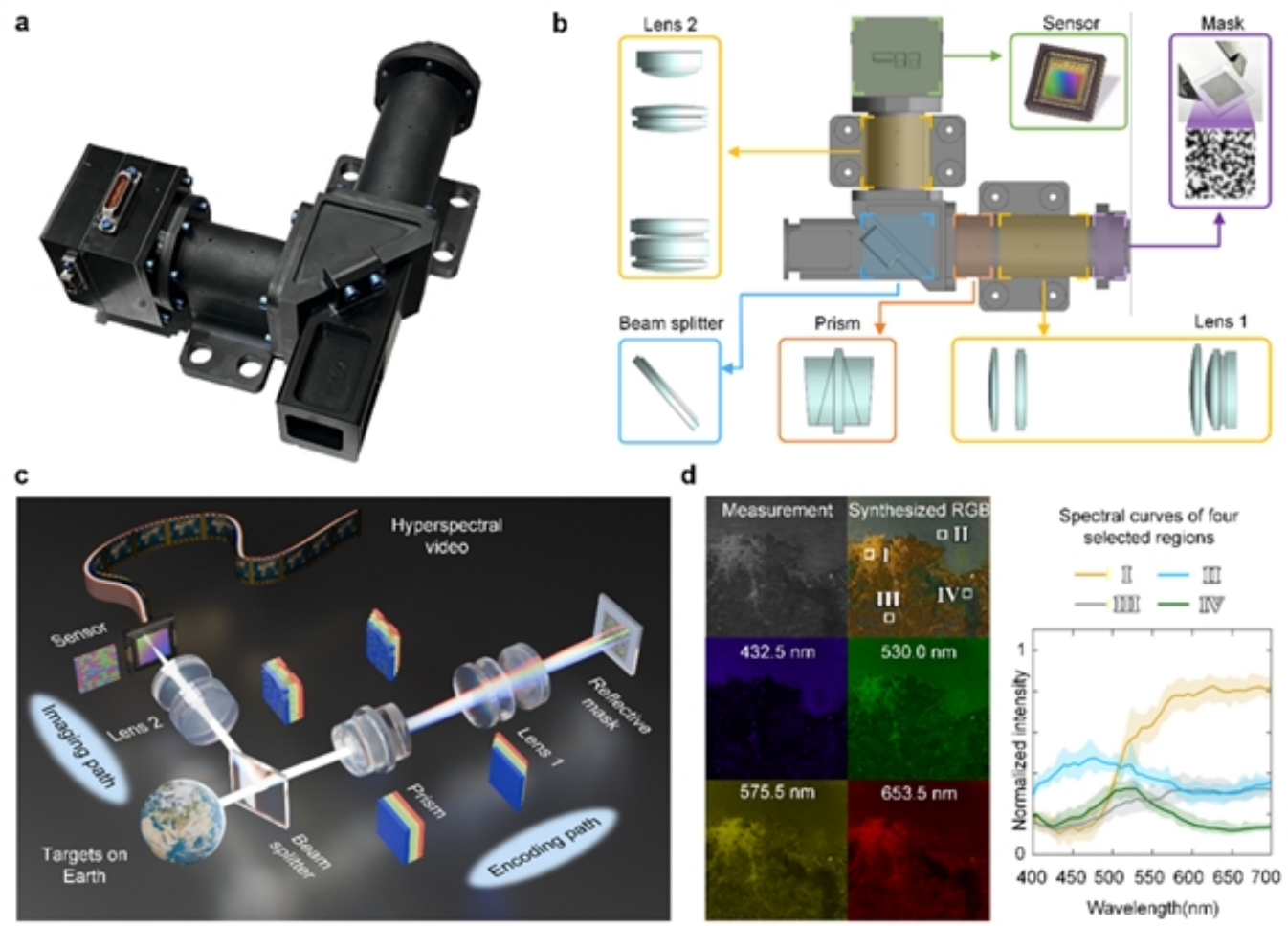


图1：成像原理与载荷设计。（a）北邮光谱一号载荷实物图；（b）北邮光谱一号内部元件设计图；（c）反射式编码光路结构；（d）载荷对乌拉圭蒙得维迪亚（南纬34.606°，西经56.216°）在轨成像的空间与光谱结果。

亮点二：视频级高光谱在轨成像

研究团队在乌拉圭首都蒙特维迪亚上空实现了30帧每秒的视频级在轨高光谱成像，结果如图2所示。从6个视频帧的成像结果可以看出：458.5nm蓝色波段下，海洋与陆地的分界线清晰可辨。而在653.5nm红色波段下，城市区域呈现高亮度，河谷呈现低亮度，形成明显地物信息差异。三个标记的区域在成像过程中始终保持一致的光谱曲线（图中最后一行），验证了载荷在长时间连续观测下的稳定性与可靠性。载荷的视频级高光谱成像能力可为森林火灾监测、云团演变、洪水监测等快速演变场景提供有效感知手段。

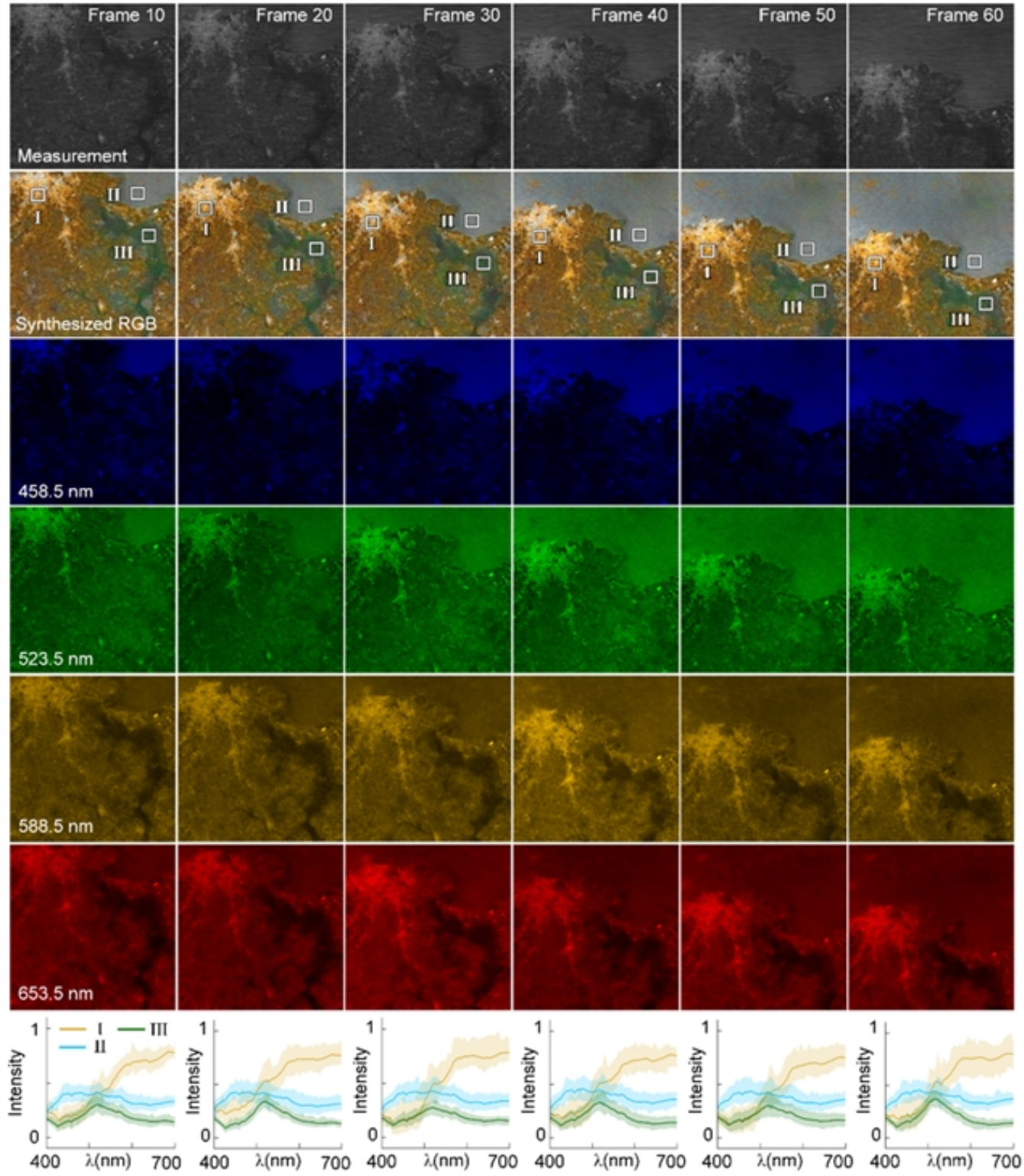


图2：载荷对乌拉圭蒙得维的亚（南纬34.606°，西经56.216°）在轨高光谱视频成像结果。图中展示了六帧的合成RGB图像以及四波段的光谱图像。最后一行为标记区域的重建光谱曲线。

总结与展望

本研究成功研制国际首个计算成像驱动的小型化星载高光谱遥感载荷——北邮光谱一号，提出反

射式编码结构与星载适配设计，攻克了快照压缩光谱成像系统在超远成像距离、严苛空间环境、卫星资源三重约束下难以星载部署的挑战，实现了47波段、30帧每秒的视频级在轨高光谱成像。

这项工作是计算成像技术在高光谱遥感领域的成功在轨验证，为视频级高光谱遥感观测提供了研究方向。该技术可支持更高的空间分辨率，实现对地表运动目标的高精度动态监测。该技术在光域直接完成数据压缩，对存储和传输带宽要求很低，可以部署于微纳卫星、立方星等小型平台。该技术可为灾害应急与环境监测等实时性需求高的应用场景提供有效技术支撑，并为未来高光谱卫星星座的建设提供新型载荷设计思路。（来源：LightScienceApplications微信公众号）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41377-026-02296-4

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们接洽。
作者：徐坤等 来源：《光：科学与应用》

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发