

# 在轨光学载荷辐射基准传递定标技术研究

马灵玲<sup>a,b</sup>, 王宁<sup>a,b</sup>, 赵永光<sup>a,b</sup>, 刘耀开<sup>a,b</sup>, Emma Woolliams<sup>c</sup>, 代彩红<sup>d</sup>, Marc Bouvet<sup>e</sup>, 李传荣<sup>a,b</sup>, 唐伶俐<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> 定量遥感信息技术重点实验室, 中国科学院, 北京 100094, 中国

<sup>b</sup> 对地观测技术应用研究部, 中国科学院光电研究院, 北京 100094, 中国

<sup>c</sup> 英国国家物理实验室, 伦敦, 英国

<sup>d</sup> 中国计量科学研究院, 北京, 中国

<sup>e</sup> 欧空局, 诺德维克, 荷兰

**摘要:** 利用一个连续的链路将遥感载荷与参考基准相联系, 通过对量化传感器性能所需的参数进行测定, 从而在载荷生命周期内对其数据及产品实施质量控制, 是提升遥感卫星辐射产品质量、保证多系列卫星产品质量可比性的迫切需求。然而, 载荷上天后, 由于测试基准传递链路断裂, 遥感信息产品质量难以真正溯源至 SI。以地面目标测量值为参照基准的地基辐射定标方法受尺度效应、大气条件、环境变化等不确定因素影响, 定标精度难以保证。针对在轨光学载荷高精度定标及数据产品质量一致性追溯的需求开展了如下工作:

## 1) 全球自主辐射定标场网 (Radcalnet) 计划下的地基辐射基准传递定标研究。

AOE 与欧空局、NASA、CNES 合作发起了 RadCalNet 计划, 目标是验证 EO 载荷辐射定标精度并确保不同 EO 载荷的辐射测量一致性, 其通过定标场网的构建, 增加观测数量, 降低总体定标误差, 确保空间载荷的辐射测量基准溯源, 并且给没有条件组织外场定标活动的卫星机构提供自己开展定标的机会。在 RadCalNet 框架下, AOE 研制了目标光谱反射率自动测量系统并安装于包头场不同反射率的固定靶标上, 其可自动、连续地获取目标反射特性和大气参数, 并按照 RadCalNet 数据中心定义的输入文件进行了一级 BOA 反射率标准产品及二级载荷无关 TOA 反射率的自动生产。AOE 与 NPL 合作开展了包头场的辐射定标基准产品生产链路各环节的不确定性定量分析, 通过地表反射率获取、观测区域非均匀性及 BRDF 特性、大气参数测量、MODTRAN 大气辐射传输模型模拟及太阳照度模型误差对 TOA 反射率的贡献, 推算出包头场辐射定标不确定性。

## 2) 空间辐射基准传递定标研究。将可溯源至 SI 的辐射基准源引入少量基准卫星, 通过与其他卫星载荷同时观测目标场景的方式, 将高精度的空间辐射测

量基准从空基标准辐射定标系统向光学遥感业务卫星传递，为其它卫星提供统一的高精度空间辐射测量基准，可大幅度提升定标整体水平，保证多源卫星数据质量的高一致性与高稳定性。基于上述理念，设计了以时、空、谱、角多要素匹配及耦合转换为核心的空间辐射基准传递定标技术方案，综合地面场景建模、大气辐射传输及传感器模型，建立星-星载荷辐射测量映射关系，并开展地球稳定目标时空变化及各向异性特征分析，建立时空谱角要素匹配约束机制，在此基础上通过仿真分析与实测大量数据相结合构建星-星观测多要素耦合转换模型，实现空间辐射基准传递定标。

利用中欧卫星 Sentinel-2a/2b、GF-1/2、ZY3 01/02 等进行了地基/空基定标试验并分析了这两种方法的特点，提出了下一步发展方向。