

基于全球自主辐射定标网 (RadCalNet) 的空间辐射基准传递定标方法研究

马灵玲¹, 赵永光¹, 王宁¹, Philippe Goryl², Marc Bouvet³, Nigel Fox⁴, 王任飞¹, 李婉¹, 刘照言¹, 王新鸿¹, 李传荣¹, 唐伶俐¹

¹ 中国科学院定量遥感信息技术重点实验室, 中国科学院空天信息创新研究院, 北京, 100094;

² European Space Agency (ESA/ESRIN), Largo Galileo Galilei 1, 00044 Frascati (Roma), Italy;

³ European Space Agency (ESA/ESTEC), Keplerlaan 1, PB 299, 2200 AG Noordwijk, The Netherlands

⁴ National Physical Laboratory (NPL), Hampton Road, Teddington, Middlesex TW11 0LW, UK

摘要:

近些年, 欧洲、美国以及中国等国家的空间机构和组织相继提出了空间辐射基准载荷的核心理念, 旨在将可溯源至 SI 的辐射基准源搭载到少量空间辐射基准卫星(SITSat), 并通过交叉定标的方式将空间辐射基准从基准卫星传递到其他卫星载荷, 从而实现卫星载荷高精度、高频次在轨辐射定标。基于严格匹配约束的同步星下点观测 (SNO) 方法是一种理想且精度较高的交叉定标方法, 然而, 高分辨率卫星载荷具有空间分辨率高、幅宽窄等特点, 严格的匹配约束下难以获得与基准卫星载荷的 SNO 交叉机会, 通过放松匹配约束条件能够增加交叉定标机会, 同时也将导致定标不确定性增加。

交叉定标的关键在于获得待定标卫星载荷的入瞳辐射参考, 即大气顶层辐亮度/反射率。对于伪不变定标场 (PICS), 高稳定的地表/大气条件有助于提高交叉定标精度, 同时 PICS 场地的 TOA 反射率模型能够保证其作为辐射参考场的交叉定标结果的准确性。对于 RadCalNet 场地, 通过布设自动观测仪器以获取卫星过境时刻的地表/大气参数, 能够为各种用户提供溯源至 SI 的 TOA 反射率产品, 且附带产品的不确定性标识。因此, RadCalNet 场网能够作为中高分辨率卫星交叉定标的辐射参考场地, 在未来空间辐射基准系统的支持下, 能够实现空间辐射基准向 RadCalNet 标准辐射产品的基准传递, 并进而为其他待定标卫星提供辐射参考。

本研究发展了一种基于全球自主辐射定标网 (RadCalNet) 的空间辐射基准传递定标方法, 使用 RadCalNet 站点测量值作为中间辐射测量参考值。具体来说, 利用基准卫星载荷时序观测数据构建 RadCalNet 场地的 TOA 反射率模型, 通过 TOA 反射率模型与 RadCalNet TOA 反射率产品进行比对, 实现参考载荷辐射基准向 RadCalNet TOA 反射率产品的传递, 并利用校正后的 RadCalNet TOA 反射率产品将辐射基准进一步传递至待定标卫星载荷。以中国包头场、美国 RVP 场为例, 对本研究提出的方法进行验证, 还利用中欧卫星 Sentinel-2A/2B、GF-1、GF-6 和 SV-1 进行了应用示范。初步的不确定性分析结果表明, 该方法能够实现高精度辐射基准传递, 传递定标不确定度为 3.5%-4%。