

**引文格式:**李国元.对地观测卫星激光测高数据处理方法与工程实践[J].测绘学报,2018,47(12):1691. DOI:10.11947/j. AGCS. 2018.20170681.  
LI Guoyuan.Earth Observing Satellite Laser Altimeter Data Processing Method and Engineer Practice[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,2018,47(12):1691. DOI:10.11947/j. AGCS.2018.20170681.

# 对地观测卫星激光测高数据处理方法与工程实践

李国元<sup>1,2</sup>

1. 国家测绘地理信息局卫星测绘应用中心,北京 100048; 2. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心,江苏 南京 210023

## Earth Observing Satellite Laser Altimeter Data Processing Method and Engineer Practice

LI Guoyuan<sup>1,2</sup>

1. Satellite Surveying and Mapping Application Center, NASG, Beijing 100048, China; 2. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China

随着对地观测技术的快速发展,卫星激光测高逐渐受到重视。2016 年 5 月 30 日,资源三号 02 星成功发射,搭载了国内首台对地观测激光测高载荷,主要用于探索高程控制点数据获取以及提高光学卫星影像无地面控制高程精度的可行性。针对我国自主研发的卫星激光测高数据开展研究非常迫切,论文在卫星激光测高严密几何模型构建、高精度在轨几何检校、激光高程控制点自动提取以及在航天摄影测量中的应用等方面开展研究,主要内容和结果如下:

(1) 总结了目前国内外激光测高系统的发展现状,对卫星雷达测高、卫星激光测距及卫星激光测高三种不同的技术进行了对比分析,凸现了卫星激光测高领域的特点与价值。对卫星激光测高的基本原理进行了归纳和定义,重点研究并构建了严密几何模型,分析了硬件误差、地形起伏、大气折射、光行差等几个主要误差源,修正了 GLAS 对大气折射改正引起的平面位置偏差分析的不足,推导了资源三号 02 星激光测高的理论精度。

(2) 研究了卫星激光测高仪在轨几何检校算法,提出了“两步法”激光测高仪在轨几何检校方法,采用先验地形数据进行粗检校,利用地面探测器进行精检校。重点研究和分析了基于地形匹配的激光指向角粗检校算法,通过 GLAS 的模拟试验结果论证了该方法的正确性,结合资源三号 02 星激光测高仪几何检校的实际需求,开展了具体的几何检校解算工作,将 02 星激光测高足印点的平面精度从 8.0 km 多提高到 15.0 m,高程精度从 90 m 提高到平坦地区优于 1.0 m,其中少部分激光点高程精度优于 0.5 m。

(3) 研究了卫星激光广义高程控制点的提取算法,提出了一种多参数多准则约束的自动筛选方法,利用已有的公开的 SRTM、AW3D30 等全球地形数据,结合云量、饱和度和反射率、信噪比等激光测距属性参数以及回波波形特征参数,通过设定一定的阈值确保筛选后的激光点能作为广义高程控制点使用,天津和太原地区的试验结果表明筛选后的 GLAS 点绝对高程精度优于 1.0 m,且近一半的点优于 0.5 m;分析了资源三号 02 星激光高程控

制点的筛选结果,虽然没有波形数据,但利用 AW3D30 能确保筛选后,在平坦地区的资源三号 02 星激光足印点能作为高程控制点使用,华北某试验区筛选后的绝对高程精度优于 1.0 m。

(4) 研究了卫星激光测高数据与光学立体影像联合处理方法,完善了基于严密成像模型和有理函数模型的两种联合平差方法,分析了同平台和不同平台或不同时相的卫星激光与影像数据处理结果,验证了加入卫星激光测高数据约束后能有效提升资源三号立体影像的无控高程精度,无论是联合 GLAS 还是 02 星的激光测高数据,均能达到优于 3.0 m 的水平,影像分辨率略有提升的 02 星在部分试验区无控高程精度甚至能达到 2.0 m 的精度。

(5) 探讨了国产对地观测卫星激光测高数据产品分级体系,自主开发了卫星激光测高数据处理与应用软件系统,并在 GLAS、资源三号 02 星激光测高数据处理以及全球测图工程中进行了应用实践。

论文的相关结论对于我国未来的高分七号、陆地生态系统碳监测卫星等激光测高数据处理与业务化应用具有借鉴意义和参考价值。

中图分类号:P236 文献标识码:D

文章编号:1001-1595(2018)12-1691-01

基金项目:国家自然科学基金(41601505);高分对地观测青年创新基金(GFZX04061502)

收稿日期:2017-12-04

作者简介:李国元(1984—),男,注册测绘师,2017 年 6 月获武汉大学工学博士学位(指导教师:唐新明研究员),研究方向为卫星激光测高数据处理与应用。

**Author:** LI Guoyuan(1984—), male, registered surveyor, received his doctoral degree from Wuhan University in June 2017, majors in satellite laser altimetry data processing and application.

**E-mail:** ligy@sasmac.cn