

Envisat 卫星寿命延长方案对 SAR 数据应用的影响

云焯, 焦健

(北京大学遥感与地理信息系统研究所, 北京 100871)

摘要: 卫星的工作寿命主要取决于卫星的燃料量, 一旦燃料耗尽, 卫星就会失去控制而报废。根据对 Envisat 卫星剩余燃料的估算, 欧空局将于 2010 年 10 月 22 日对 Envisat 卫星采取新措施, 减少燃料消耗, 以延长卫星寿命。本文主要介绍了 Envisat 卫星寿命延长方案对 SAR 数据应用所产生的影响。

关键词: Envisat 卫星寿命; InSAR; 轨道基线

doi: 10.3969/j.issn.1000-3177.2011.02.017

中图分类号: TP79 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3177(2011)114-0095-03

Impact of the Envisat Mission Extension on SAR Data Applications

YUN Ye, JIAO Jian

(Institution of Remote Sensing and Geographical Information System, Peking University, Beijing 100871)

Abstract: The on board hydrazine is the main limiting factor of the satellite lifetime. The satellite will lose control and out of the work when the fuel runs out. ESA proposed a technical solution for extending the envisat mission started from the 22nd October 2010, addressing the hydrazine issue based on the estimation of the fuel remained. This paper describes the impact of the envisat mission extension on SAR data applications.

Key words: Envisat mission extension; InSAR; baseline

Envisat 卫星是欧空局继 ERS1 和 ERS2 之后于 2002 年发射升空的对地观测卫星。该卫星是一颗太阳同步极地轨道卫星, 可以提供关于大气、海洋、陆地的测量信息, 用于地球科学研究、气候环境变化监测等方面。Envisat 卫星设计寿命为 5 年, 到 2010 年已在轨运行 8 年。由于其良好的运行状态和广泛的用户需求, 以及与 GMES(全球环境与安全监测计划) Sentinel 系列卫星衔接的需要, 欧空局去年批准 Envisat 卫星运行时间延续 3 年, 直至 2013 年。从 2010 年 10 月 22 日开始, 卫星将在低于原轨道 17.4km 的新轨道上运行。2010 年 10 月 22 日到 11 月 1 日, Envisat 卫星暂停数据提供, 2010 年 11 月 2 日恢复正常。

1 卫星寿命延长方案

一般而言, 卫星的寿命主要由其携带的燃料量决定。Envisat 卫星携带的燃料(肼)为 314kg, 与之前的 ERS 卫星相同, 其重量却是 ERS 卫星的 4 倍。到目前为止, 卫星剩余的可用燃料约为 25%。2007 年, 欧空局制定了 2010 年以后延长 Envisat 卫星使用寿命的技术方案, 主要反映在新的轨道定义和不同的轨道控制策略方面。新方案中, 卫星轨道高度降低 17.4km 到 782.4km, 同时停止对轨道倾角的控制, 后者是卫星燃料消耗的主要原因。新方案实施后, Envisat 卫星的重访周期由原来 35 天/501 轨变成了 30 天/431 轨。ESA 将于 2010 年 10 月 22

收稿日期: 2010-11-20

基金项目: 中欧合作“龙计划”二期项目(Dragon2, ID: 5343)资助。

作者简介: 云焯(1989~)女, 博士研究生, 研究方向: 微波遥感。

E mail: yyhuahuo@hotmail.com

日开始实施新方案, 卫星寿命预计可延长 3 年左右, 到 2013 年底或 2014 年初。在 2010 年 10 月 22 之前, 卫星运行所处的阶段称为 E2, 寿命延长阶段命名为 E3 阶段。

2 轨道参数

Envisat 卫星在 E3 阶段的轨道参数如表 1 所示:

表 1

轨道高度	782.4km(比先前降低 17.4km)
轨道半长轴	7,142,047m
轨道偏心率	0.001158
重访周期	30天/431轨

图 1 表示了 Envisat 卫星在 E3 阶段的主要参数特征, 包括无轨道倾角控制下的轨道倾角、卫星观测的地方平太阳时范围以及轨道高度的变化情况。

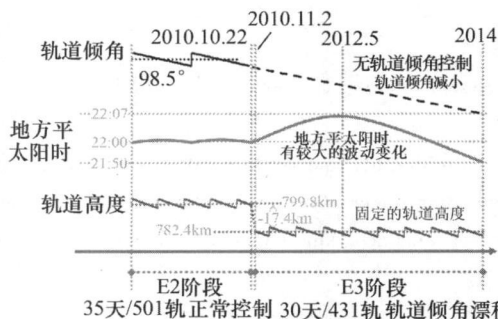


图 1 Envisat 卫星寿命延长阶段(E3)的主要参数特征

3 ASAR 设备参数变化

要使 E3 阶段的遥感器性能及其产品质量与 E2 阶段保持相似, 降低轨道高度的结果必然要反映到仪器参数上。参数的优化考虑了几个方面的约束, 如继续采用 E2 阶段所定义的波束等。在此基础上, E3 阶段仪器的新参数被定义, 包括脉冲重复频率(PRF)、线性调频脉冲持续时间(Chirp duration)、采样窗口长度(SWL), 采样窗口开始时间(SWST)和 M 值, M 值是 ScanSAR 片段(burst)中脉冲重复周期(PRI)的数量, 其变化很微小, 约为 $\pm 1PRI$ 。其他仪器参数, 如线性调频脉冲频宽等, 将保持不变。

ASAR 处理系统的开发者将在其软件中反映这些变化的影响。对于欧空局的 ASAR 处理系统(PF-ASAR), 由于大多数参数可以从反映了这些变化的 ISP 注解文件(R-2^①)中直接读出, 或者从即将更新的 ASAR 辅助数据文件(R-1^②)中读出, 仪器参数的变化对其影响相对较小。遥感设备参数的改变将导致 ASA_INS_AX 文件的更新, 由于辐射波束的方向图保持不变, 包含了高度方向天线方位图(Elevation Antenna Pattern)的外定标辅助文件(ASA_XCA_AX)将不发生变化。参数变化对 PF-ASAR 产生的变化, 主要体现在该系统要能支持 E2 和 E3 阶段两套不同的参数, 而处理算法无需改变。

表 2 和表 3 列出了 E3 阶段 Stripmap 和 ScansAR 的成像带参数。

表 2 ASAR 条带模式(Stripmap)的成像带参数(位于赤道上的升交点)

ASAR 条带编号	幅宽(km)	近端地距(km)	像幅重叠(km)	近端斜距(km)	入射角中值(°)	高度角中值(°)
IS1 [*]	108.25	172.20	0.00	790.96	18.78	16.70
IS2	102.58	231.02	49.43	807.58	22.82	20.25
IS3	80.56	327.56	6.05	844.16	28.65	25.33
IS4	86.20	401.85	6.26	879.38	33.61	29.60
IS5	61.98	479.82	8.24	922.10	37.48	32.89
IS6	73.80	532.15	9.65	953.71	40.71	35.59
IS7	56.64	600.73	5.21	998.26	43.78	38.13

表 3 ASAR 扫描模式(ScanSAR)成像带参数(位于赤道上的升交点)

ASAR 条带编号	幅宽(km)	近端地距(km)	像幅重叠(km)	近端斜距(km)	入射角中值(°)	高度角中值(°)
SS1 [*]	135.87	198.33	0.00	797.79	21.90	19.44
SS2	80.56	327.56	6.65	844.16	28.65	25.33
SS3	86.20	401.85	6.26	879.38	33.61	29.60
SS4	61.98	479.82	8.24	922.10	37.48	32.89
SS5	73.80	532.15	9.65	953.71	40.71	35.59

* 注: IS: 成像条带(Image Swath); SS: 成像子条带(Sub Swath)

①R-2: ASAR 测量数据定义和格式描述: PO-ID-DOR SY-0032

②R-1: ASAR 辅助数据文件: http://earth.eo.esa.int/services/auxiliary_data/asar/

4 对 InSAR 应用的影响

新方案实施后,除了 SAR 干涉测量(InSAR)外,原有的 Envisat 应用不受影响,而前者的应用要受到一些限制,其根源是由于停止对轨道倾角的控制。从 2010 年 10 月开始,轨道倾角变化不再得到补偿,轨道倾角将逐渐变小(图 2)。基线随季节的变化也十分显著,在北半球两个相邻的周期内,基线在夏季小于冬季,故在实际应用中要考虑季节对 InSAR 测量的影响。

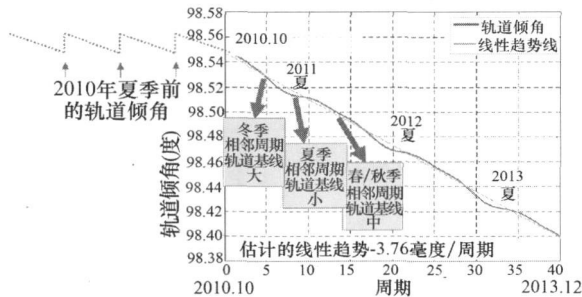


图 2 E3 阶段轨道倾角的变化示意图

轨道倾角变化对 InSAR 应用有着较大的影响,它直接导致了 InSAR 基线的增大。(垂直)基线是干涉测量的关键因素,它决定了空间去相关的程度,以及差分干涉(DInSAR)处理中应消除的地形影响。为了降低对 SAR 干涉测量带来的负面影响,使 InSAR 基线在预定的纬度变化最小,设定该纬度为北纬 38°(降轨)和南纬 38°(升轨)(图 3),而不再是在赤道上。这样的设置使得 DInSAR 应用仍能用于地质构造与火山覆盖最为丰富的北纬 38°纬度带内,这也是过去 InSAR 技术用于监测地质构造、火山、地表沉降等最多的地区,包括意大利南部、希腊、土耳其、伊朗北部、日本和美国加州北部地区。

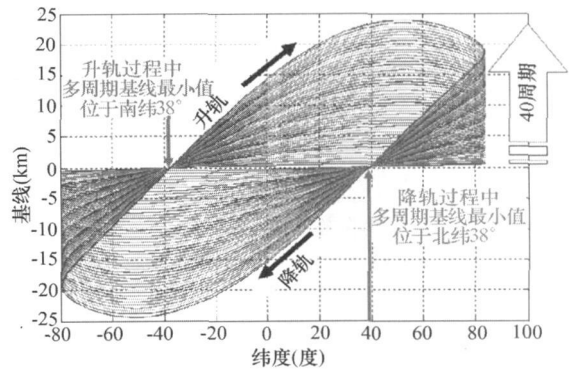


图 3 垂直基线随时间和纬度的变化示意图

由于近端波束(如 IS1、IS2)的去相干效应比远端波束(如 IS6、IS7)更明显,基线较小的区域范围很强烈地依赖于数据获取过程中的几何关系。由 InSAR 理论知,干涉(垂直)基线如果超出了临界值,信号不相干,不能进行干涉测量。因而,可以通过长度小到能够进行 DInSAR 处理的多个轨道周期的基线,来估算适于 DInSAR 的纬度带。该纬度带被定义为在整个 E3 阶段(40 个周期,即 40 个月)内长度小于临界基线一半的多个周期的基线所对应的纬度值。覆盖 40 个周期适于 DInSAR 的纬度带估计为: 38° ± 1.3° (对于 IS2); 38° ± 4.0° (对于 IS6)。在 DInSAR 纬度带以外,仍有可能找到合适的干涉像对,但基本上是在相邻的轨道周期内,而多个轨道周期的基线对于 InSAR 则显得太大。

图 3 反映了 E3 阶段第 1 周期轨道与后续 40 周期同轨道间的垂直基线随时间和纬度的变化情况,40 个周期时间即为 2010 年 11 月开始后的 40 个月,越接近 38° 纬度,基线越小。

(编译自:《Impact of the Envisat Mission Extension on SAR data》,欧空局于 2010.10.12 发布

<http://earth.esa.int/category/index.cfm?categoryid=42>)

参考文献

[1] Macdonald, M., McKay, R. J., Vasile, M., Bosquillon de Frescheville, Francois. Extension of the sur synchronous Orbit [J]. Journal of Guidance, Control and Dynamics. 2010. ISSN 0731- 5090.
 [2] ASAR Product Handbook[A]. European Space Agency[Z]. 2007.

(上接第 94 页)

[5] Zha Y, Gao J, Ni S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery [J]. International Journal of Remote Sensing, 2003, 24(3) : 583- 594.
 [6] Volgamann J E, Sohl T, Howard S M. Regional characterization of land cover using multiple sources of data [J]. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 1998, 64(1) : 45- 57.
 [7] Pielke R, Lee T J, Copeland J H, East man J L, etc. The use of USGS provided data to improve weather and climate simulations [J]. Ecological Applications, 1997, 7(1) : 3- 21.
 [8] Fennessy M J, Xue Y. Impact of USGS vegetation ma Pon GCM simulation over the United States [J]. Ecological Applications, 1997, 7(1) : 22- 33.