

SAR 考古:利用 SAR 卫星进行考古勘探和遗址保护

Timo Balz¹, Francesca Cigna², Deodato Tapete³, Gino Caspari⁴, Bihong Fu⁵

- 1 武汉大学,中国
- 2 国家研究委员会大气科学与气候研究所,意大利
- 3 意大利航天局,意大利
- 4 悉尼大学考古系,澳大利亚
- 5 中国科学院空天信息创新研究院, 中国

遥感在文化和自然遗产的考古勘探和保护中应用广泛。龙计划 5 的 SAR 考古项目的主要目标是利用合成孔径雷达卫星图像和多传感器方法来探测具有考古意义的物体, 并监测文化和自然遗产的状况和稳定性。

该项目重点关注干旱地区, 如中国罗布泊周围的古河道、中国阿尔泰山和俄罗斯图瓦地区的库尔干 (铁器时代的墓葬)、意大利罗马省的部分埋藏考古遗址, 以及中国九寨沟遗址的自然遗产。

项目中使用的图像分析方法包括但不限于: 特征提取、图像分类、变化检测和多时空干涉 SAR (InSAR)。后者对于实现遗址保护至关重要, 通过估计和监测地质过程 (如沉降、滑坡) 引起的地表变形, 这些过程可能危及自然和文化遗址。

用于考古勘探的合成孔径雷达数据集包括 L 波段的 ALOS-1 数据集, C 波段卫星 ERS-1/2、ENVISAT、RADARSAT-1/2 和 Sentinel-1 数据集, 以及 X 波段的 TerraSAR-X 数据集, 还有未来预计可用的 X 波段 ICEYE 和 PAZ 数据集, 以测试不同波长和空间分辨率的信号穿透能力。由于即将从各种 L 波段任务和 BIOMASS P 波段任务中获得更广泛的长波长数据, 地下目标探测也成为可能, 从而为利用合成孔径雷达进行考古勘探和确定隐藏的古通道和线性结构开辟了新的前景。2014 年以来在研究区上空获取的 "Sentinel-1" SAR 数据以其丰富的堆栈, 保证了长期的地表运动监测和遗址监视。Deimos-2、WorldView、GeoEye、QuickBird、CBERS-4 和 Jilin-1 的光学图像将用于提供高分辨率的底图, 以帮助 SAR 图像解释和识别主要的考古特征。还将使用欧空局的 SPOT、Pleiades 和 RapidEye 图像。

在可能的情况下, 将在合成孔径雷达卫星经过时收集现场测量数据。

在第一年里, 项目已经确立, 初步工作已经开始。欧洲和中国团队在其他项目框架内的合作, 如武汉地表变形的长期监测和库尔干的研究, 为龙计划 5 项目中更强大的伙伴关系奠定了基础。

项目初期活动的重点是在现有文献回顾的基础上进行研究区的选择、明确每个遗产地区的科学研究目标、数据集的确定和获取。

对于墓葬方面的研究, 工作的重点还包括改进方法和更好地监测遗址的气候因素。这一点很重要, 因为最有价值的墓葬都是在永久冻土区或附近发现的。全球变暖和永久冻土的解冻会危及一些相关遗址中的有机遗迹, 而这些遗迹目前仍处于冻结状态, 因此对考古分析非常有价值。了解更多现有永久冻土层的范围, 监测空间变化, 并希望能够预测未来变化的时空规律, 这对考古发掘的规划和优先级的确定具有非常重要的意义。

在宣传和教学活动方面，傅教授于 2020 年 10 月 13-16 日在中国九寨沟组织了 "世界遗产减灾空间技术国际研讨会"，Balz 教授就 SAR 遥感进行了讲座。

由于疫情的影响，中亚主要遗址的野外数据采集和地面实测工作被推迟，不过我们将利用以往合作的中亚库尔干和其他墓葬的探测和测绘的现场观测数据来解决目前的困难，争取今后在情况允许时，在俄罗斯和蒙古开展专门的野外工作。

该项目的第二年将集中精力进行深入地球观测数据处理和初步分析与解译，以便进行考古勘探和遗产保护。此外，计划在罗马地区开展实地工作，并恢复在阿尔泰地区的工作。此外，还计划扩大使用不同来源的数据，特别是将欧洲和中国的遥感数据源结合起来。

关于青年科学家在项目中的培养和参与程度，目前中国团队的一名博士生正在准备向中国留学基金委提交申请，以支持其赴罗马进行研究访问，与欧洲团队合作，利用多时空 InSAR 和地面实测技术对遗产地进行长期监测，时间暂定为 2021-2022 年，为期 1.5 年。另一方面，欧洲小组正在评估并招聘硕士研究生和应届毕业生的机会，以便从 2022 年开始为本项目展开工作。