
【Café 速递】王密：光学卫星遥感影像高精度智能处理与实时服务

核心提示：报告回顾和总结了卫星遥感的技术发展及研究进展，阐述了通导遥集成模式智能遥感卫星及其主要特点，介绍了智能遥感卫星在轨处理架构、服务模式和在轨处理等所涉及的关键技术。报告也将结合珞珈三号 01 星的设计和研制，对 5G、6G 和人工智能时代下的智能遥感卫星的应用服务进行展望。

主持：朱立远 录像：张崇阳 摄影：陈佳晟 文字：马占宇

>>>人物名片

王密，武汉大学珞珈杰出学者特聘教授、博士生导师，国家杰出青年科学基金获得者，珞珈三号 01 星技术总师，测绘遥感信息工程国家重点实验室主任助理、航空航天摄影测量研究室主任。长期从事高分辨率光学卫星地面和在轨数据处理理论与算法研究及系统研制工作。研究成果获国家科技进步一等奖 1 项、二等奖 1 项、国家创新团队奖 1 项；获授权发明专利 40 项，并获多项省部级奖项，发表 SCI/EI 论文 100 余篇。

>>>嘉宾小语

- ◇ 遥感本身蕴含着丰富的空间信息，是信息化社会向智能化社会转变的重要支撑。
- ◇ 遥感是一个高精尖的领域，并不是在短期内就能做到很前沿的。
- ◇ 我非常建议大家读一读王之卓院士的《摄影测量原理》和《摄影测量原理续编》，虽然几十年过去了，但两本书中提到一些观点、思想，到现在看仍然不过时。

>>>报告现场

2021 年 12 月 19 日下午 2 点，武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室主任助理、航空航天摄影测量研究室主任王密老师做客 GeoScience Café 第 318 期讲座。王密老师回顾和总结了卫星遥感技术的发展和研究进展，阐述了通导遥集成模式智能遥感卫星及其主要特点，并介绍了智能遥感卫星在轨处理架构、服务模式和在轨处理等所涉及的关键技术。王老师也结合珞珈三号 01 星的设计和研制，对 5G、6G 和人工智能时代下的智能遥感卫星的应用服务进行展望，令同学们受益匪浅。



图 1 王密老师做精彩报告

讲座伊始，王密老师为同学们展示了几张美丽的遥感影像，从迪拜爱心湖到迪拜世博园，再到北京的鸟巢和水立方，遥感技术助力人类在外太空获取到客观清晰而又宏观壮丽的独特美景。除此之外，多时序遥感图像还可以为人们提供对热点地区的某一事件的持续监视，王密老师为同学们展示了法国空中客车公司发布的对迪拜世博园修建过程的持续监测视频，并展望未来的遥感卫星可以为人们提供类似如今地面视频监控功能的服务。

我国高分卫星遥感技术发展回顾

王密老师首先带领大家梳理了世界上卫星遥感的发展历程，指出卫星遥感领域看重的核心指标，并据此分析了未来卫星遥感的发展趋势。美国在 1972 年发射了人类历史上第一颗陆地观测卫星，促进了遥感应用的发展；1986 年法国发射的 SPOT 卫星开启了高分辨率卫星遥感时代；1999 年美国发射的 IKONOS 卫星开启了商业高分辨率遥感时代；2013 年 Skybox 公司发射的 SkySat-1 开启了小卫星和微卫星遥感应用时代。而几何定位精度一直是卫星遥感领域的重要指标，截止 2015 年，卫星影像上对应的控制点的平面精度优于 0.3 米（1 个像元），高程精度优于 0.15 米（0.5 个像元）。为了不断提高几何定位精度，卫星的空间分辨率、时间分辨率、辐射分辨率、光谱分辨率等指标不断提升。



图 2 卫星影像欣赏——迪拜爱心湖

了解了国际卫星遥感领域的总体情况后，王密老师开始介绍我国高分辨率对地观测系统（高分专项）的研究背景和研究历程，并且逐一介绍了各个民用高分卫星的独有特点。我国卫星遥感领域起步晚，并且受到发达国家的各种制约，美国政府曾如此评价中国的卫星体系：中国虽然能够发射卫星，但发射到太空的这些卫星并不能帮助他们解决实际问题。也就是说要实现卫星的好用和用好，我国面临着严峻的挑战。在这样的背景下，李德仁院士带领测绘遥感信息工程国家重点实验室主持参与了高分辨率对地观测系统（高分专项）的体系论证、技术攻关、系统研制和重大应用。在高分专项作为国家十六个重大专项之一被列入国家中长期科技发展规划（2006-2020）后，我国发射了一批高分系列卫星，这些卫星的核心指标已经能够达到世界领先水平，并且由于它们各自不同的独有特点，这些卫星已经被应用在不同领域，比如高分七号是我国首颗民用亚米级高分辨率立体测绘卫星，它具备 1:1 万比例尺数字地形图、5m*5m 格网数字地表模型和相应数字高程模型等专题图的生产能力。

然后王密老师以卫星影像无地面控制测图的概念和内涵为切入点，介绍了高分辨率卫星遥感成像系统的特点以及以该系统为支撑我国取得的重大工程成果。卫星影像无控制测图指的是不利用地面控制点，而直接采用卫星获取影像时同步获取的高精度、时间测量精密的轨道测量参数和姿态测量参数以及地面定标场获取的成像系统参数，通过无地面控制区域网平差的手段，构建大区域内部几何精度均匀的刚性区域网，精细化单景影像定向参数，满足后续 DSM 和 DOM 生产要求，是摄影测量追求的一个终极目标。但是要将该目标应用到高分

分辨率卫星遥感成像系统中时，却面临着很多困难。由于该系统采用多载荷协同且卫星是高速运动非稳态成像，引起了误差源众多、特性复杂、相关性显著等问题，因此任何一项微小的误差都会对几何定位精度这项核心指标带来较大影响。而王密老师团队正是克服了这一个又一个核心难点，在高分辨率成像系统中实现了无地面控制的高精度测图，赢得了 2020 年度国家科技进步一等奖。利用该系统的支持，自主卫星境外和无人困难地区 1:5 万测图成为了可能，该系统也支持完成了“一带一路”沿线 5000 多万平方公里的高精度测图。

智能遥感卫星与在轨影像实时服务

王密老师首先介绍了卫星遥感系统的传统应用模式以及该模式面向新需求时的缺陷，根据新需求王密老师向我们介绍了空间信息网络与人工智能两项新技术的概念和发展，并根据新需求和新技术的特点展望了卫星遥感系统的总体发展趋势。在卫星遥感系统的传统应用模式下，运控和接收、处理、应用环节独立工作，响应时间较慢，难以满足当今各种突发事件、应急事件以及高质量遥感影像的新需求，比如，过去遥感影像的接收、处理、分发在数小时内完成，如今要求在轨处理、实时传输；过去人们需要 GB 级海量遥感数据，如今人们需要 KB 级有效遥感信息；过去卫星遥感系统面向遥感专业用户服务，如今逐渐面向大众移动终端服务。正如李德仁院士在一次采访中提到的，随着遥感技术的发展，人们将不仅可以在手机上玩微信，也能够手机上“玩卫星”，即商业遥感卫星将为普通用户提供定制化服务。为实现这个目标，空间信息网络和人工智能两大技术为卫星遥感提供了强力的助推，卫星遥感系统的总体发展趋势也将因为这两大技术产生根本性的变化。

卫星遥感系统总体发展趋势

42

卫星设计 从硬件定义到软件定义

卫星功能 从单一化到通导遥综合化

应用模式 从产品驱动到任务驱动和事件感知

管理方式 从测控运控分离到测运控服务一体化

智能水平 从单星智能到多星协同群体智能



图 3 卫星遥感系统总体发展趋势

根据如今卫星遥感系统的总体发展趋势，王密老师为同学们介绍了基于人工智能构建的智能化对地观测系统——珞珈三号卫星。该卫星基于通导遥集成的智能化对地观测系统的核心技术研制，旨在实现全球范围遥感数据从获取到应用终端的分钟级遥感信息高效服务，最终实现遥感信息“快”、“准”、“灵”的智能化应用服务。王密老师为同学们简要介绍了珞珈三号卫星验证平台方案、在轨流式实时处理架构以及任务驱动型星地协同在轨智能处理及服务等方面内容。珞珈三号卫星预计于明年6-7月份发射，王密老师热情地邀请同学们关注该卫星的发射进展，将来该卫星获取的影像数据是开放的，可以为同学们做实验、发论文提供强力的支撑。



图 4 观众认真听报告

最后，王密老师总结了当前卫星遥感技术的总体情况，并对未来卫星遥感技术的发展做了预测和展望——随着集成传感器技术的发展，卫星摄影测量将从传统的地面控制点的控制方式逐步发展为在轨的轨道、姿态和时间同步测量的实时控制方式，使得卫星测图逐步摆脱地面控制点，未来智能遥感卫星将支持遥感卫星从观测到决策的“快”、“准”、“灵”的智能化应用服务，实现在轨实时制图服务。



图5 观众向王密老师提问



图6 王密老师回答观众提问

>>>互动交流

提问一： 王老师您好！我想请教一下，您认为未来基于几何的传统方式和基于深度学习的卫星遥感影像处理方式哪一种会成为主流？

王密老师： 从目前的研究趋势来看，在各个领域，深度学习方法都比传统的方法有很大的进步。在目标检测、图像分类、语义分割等等领域，深度学习已经成为主导，诸如支持向量机、随机森林等传统方法，都比不过深度学习方法。所以我认为，随着深度学习、迁移学习等各种学习方式的研究不断深入，基于学习的方式来解决我们这个领域的问题将会成为主流，这是我自己的看法，谢谢。

GeoScience Café 以“谈笑间成就梦想”为目标，于每周五晚 7:00 在实验室四楼休闲厅，邀请 1-4 位嘉宾，为大家带来学术报告或经验分享。报告内容包括摄影测量与遥感、地理信息系统、导航与定位服务等研究方向，听众可在报告结束后向嘉宾提问、与嘉宾交流探讨，同时每学期还会举办 2 期人文类讲座和 2 场导师信息分享会。每期报告会根据嘉宾意愿在 B 站开设直播，使不能来到现场的听众同步参与。报告 PPT 和视频会在征得嘉宾同意的情况下在 qq 群和 B 站上发布。

更多精彩内容（讲座预告、讲座回顾、报告 PPT、报告视频）敬请通过以下方式获取：



QQ群



微信公众号



B站直播