

# 天仪研究院第20次太空任务： 一箭六星主要参数及功能

左启耀<sup>1\*</sup>, 文毅<sup>1</sup>, 李应<sup>1</sup>, 杜健<sup>2</sup>, 王力哲<sup>3</sup>, 涂新满<sup>4</sup>, 王尚广<sup>5</sup>, 刘凯军<sup>6</sup>,  
任维佳<sup>1</sup>, 杨峰<sup>1\*</sup>, 熊淑杰<sup>1</sup>, 贺一雄<sup>1</sup>, 郑万平<sup>1</sup>, 刘惟芳<sup>1</sup>, 李观山<sup>1</sup>

1. 长沙天仪空间科技研究院有限公司, 长沙 410205; 2. 张掖星座空间科技有限公司, 张掖 734000;
3. 中国地质大学(武汉), 武汉 430074; 4. 南昌航空大学, 南昌 330063;
5. 北京邮电大学, 北京 100876; 6. 南方科技大学, 深圳 518055

**摘要:** 2025年5月17日, 朱雀二号改进型遥二运载火箭搭载天仪研究院研制的6颗商业卫星顺利发射升空。此次发射的“神启号02星”是轻小型、低成本、高性能C波段SAR卫星, 具备业务化InSAR能力, 可实现地表毫米级形变监测, 能为多领域提供商业SAR影像数据服务; “地质一号”卫星是一颗高光谱遥感小卫星, 主要应用于地质与环境探测; “南昌航空一号”卫星是一颗多光谱遥感小卫星, 主要用于水体、陆地生态环境监测。而“南科大一号”卫星搭载多种载荷, 用于空间科学研究; “北邮二号”与“北邮三号”卫星搭载激光通信载荷等设备, 计划在轨开展一系列空天信息技术前沿成果验证。此次“一箭六星”的成功发射创下天仪研究院新纪录, 同时也标志着天仪研究院第20次太空任务的圆满完成。随着累计在轨卫星部署达到37颗, 天仪研究院构建了完整的卫星产业生态链, 推动了商业航天发展。这一里程碑标志着天仪研究院小卫星技术步入新阶段, 为后续产业化应用奠定了重要基础。

**关键词:** 天仪研究院; 一箭六星; 商业航天; SAR遥感卫星; 光学遥感卫星; 科研卫星; 参数

**DOI:** <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.02.01>

**CSTR:** <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.02.01>

## 数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:

<https://doi.org/10.3974/geodb.2025.05.05.V1> 或 <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.05.05.V1>.

## 1 前言

长沙天仪空间科技研究院有限公司(以下简称“天仪研究院”)成立于2015年。作为中国高新技术企业、国家级专精特新“小巨人”企业<sup>[1]</sup>, 天仪研究院聚焦于商业卫星全产

收稿日期: 2025-05-18; 修订日期: 2025-05-23; 出版日期: 2025-06-25

\*通讯作者: 左启耀, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, [zuoqiyao@spacety.cn](mailto:zuoqiyao@spacety.cn); 杨峰, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, [yangfeng@spacety.cn](mailto:yangfeng@spacety.cn)

数据引用方式: [1] 左启耀, 文毅, 李应等. 天仪研究院第20次太空任务: 一箭六星主要参数及功能[J]. 全球变化数据学报, 2025, 9(2): 123–135. <https://doi.org/10.3974/geodp.2025.02.01>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.14.2025.02.01>.

[2] 左启耀, 文毅, 李应等. 天仪研究院第20次太空任务一箭六星主要参数数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.05.05.V1>. <https://cstr.escience.org.cn/CSTR:20146.11.2025.05.05.V1>.

业链，业务涵盖商业卫星研制、星座运维、数据服务。天仪研究院重点布局商业 SAR（Synthetic Aperture Radar）遥感卫星领域<sup>[2]</sup>，致力于打造极致性价比的 SAR 星座和影像数据服务体系，为客户提供从整星设计、系统集成、发射协调到在轨测运控、数据服务的全链条解决方案。经过十年的建设，天仪研究院已成为中国商业卫星领域的领跑者，国际轻小型商业 SAR 遥感卫星的先行者之一<sup>[1]</sup>。

截至目前，天仪研究院已成功完成 20 次太空任务<sup>[3]</sup>，累计发射 37 颗卫星（表 1），包括中国首批商业组网 SAR 卫星——“海丝一号”<sup>[4]</sup>、“巢湖一号”<sup>[5]</sup>、“涪城一号”<sup>[6]</sup>和“神启号 01/02 星”<sup>[7]</sup>，填补了中国商业 SAR 卫星领域多项空白。而且，“涪城一号”和“神启号 01 星”还在国内商业航天领域首次实现了重复轨道 InSAR 服务能力，地表形变测量精度达到毫米级，已在住建、交通、电力、水利、地质等行业开展示范应用推广<sup>[1,8]</sup>。

表 1 天仪研究院 20 次发射卫星主要参数表

发射次序	发射时间/地点	发射火箭	发射卫星	研制单位	主要性能	备注
第 1 次	2016 年 11 月 10 日/酒泉卫星发射中心	长征十一号	潇湘一号	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 设计寿命 1 年	商业化实验卫星
第 2 次	2017 年 2 月 15 日/萨迪什·达万航天中心	“PSLV-C 37”运载火箭	陈家铺一号	天仪研究院等、以色列 SpacePharma 公司	3U 立方星, 搭载微重力试验载荷, 设计寿命 1 年	微重力化工实验卫星
第 3 次	2018 年 1 月 19 日/酒泉卫星发射中心	长征十一号	湘江新区号	天仪研究院	6U 立方星、10 kg 级别, 搭载光纤传感载荷等, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
			亦庄·全图通一号	天仪研究院	6U 立方星、10 kg 级别, 搭载导航通信一体化载荷等, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
第 4 次	2018 年 10 月 29 日/酒泉卫星发射中心	长征二号丙	潇湘一号 02 星	天仪研究院、深圳航星光网空间技术有限公司	6U 立方星, 10 kg 级别, 搭载激光通信载荷, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
			铜川一号	天仪研究院、清华大学、陕西省铜川市	6U 立方星, 10 kg 级别, 搭载 X 射线探测载荷等, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
			天府国星一号	天仪研究院、成都国星宇航科技有限公司	6U 立方星, 10 kg 级别, 搭载 5 m 遥感相机载荷, 设计寿命 3 年	中分辨率遥感卫星
			长沙高新号	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 搭载业余无线电载荷, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
第 5 次	2018 年 12 月 7 日/酒泉卫星发射中心	长征二号丁	天府星河号	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 搭载 5 m 遥感相机载荷, 设计寿命 3 年	中分辨率遥感卫星
			TY/DF-1	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 搭载 5 m 遥感相机载荷, 设计寿命 3 年	中分辨率遥感卫星
			天府国星二号	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 搭载 5 m 遥感相机载荷, 设计寿命 3 年	中分辨率遥感卫星

续表 1

发射次序	发射时间/地点	发射火箭	发射卫星	研制单位	主要性能	备注
第 6 次	2019 年 1 月 21 日/酒泉卫星发射中心	长征十一号	青腾之星	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 搭载全色微型遥感相机载荷等, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
第 7 次	2019 年 6 月 5 日/海上发射	长征十一号	娄星号	天仪研究院	6U 立方星、10 kg 级别, 搭载 7.2 m 分辨率 RGB 遥感相机载荷等, 设计寿命 3 年	中分辨率遥感卫星
第 8 次	2019 年 8 月 31 日/酒泉卫星发射中心	快舟一号甲	潇湘一号 07 星	天仪研究院	6U 立方星、10 kg 级别, 用于新型卫星平台验证, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
第 9 次	2019 年 11 月 3 日/太原卫星发射中心	长征四号乙	巅峰号卫星	天仪研究院	6U 立方星、10 kg 级别, 搭载多光谱仪载荷等, 设计寿命 3 年,	中分辨率遥感卫星
第 10 次	2019 年 12 月 7 日/太原卫星发射中心	快舟一号甲	潇湘一号 06 星	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 设计寿命 3 年	中分辨率遥感卫星
			潇湘一号 23 星	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 设计寿命 3 年	中分辨率遥感卫星
			天启四号 B	天仪研究院	6U 立方星, 10 kg 级别, 设计寿命 3 年	物联网卫星
第 11 次	2020 年 11 月 6 日/太原卫星发射中心	长征六号	北航空事卫星一号	天仪研究院、北京航空航天大学	12U 立方星, 20 kg 级别, 搭载星基 ADS-B 载荷等, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
第 12 次	2020 年 12 月 22 日/文昌卫星发射中心	长征八号	元光号	天仪研究院、河北工业大学	12U 立方星、20 kg 级别, 搭载空间摩擦学实验载荷等, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
			海丝一号	天仪研究院	C 波段商业 SAR 遥感卫星, 重量 185 kg, 设计寿命 5 年	商业 SAR 遥感卫星
第 13 次	2021 年 12 月 7 日/酒泉卫星发射中心	长征八号遥二	丽泽一号	天仪研究院、中关村睿宸卫星创新应用研究院等	12U 立方星、20 kg 级别, 搭载新型卫星平台, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
			宝酝号	天仪研究院	12U 立方星、20 kg 级别, 搭载卫星智能服务与计算平台载荷等, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
第 14 次	2022 年 2 月 27 日/中国文昌航天发射场	长征八号	创星雷神号	天仪研究院	12U 立方星、20 kg 级别, 搭载极光 2 号探测器载荷等, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星
			巢湖一号	天仪研究院、中国电子科技集团公司第三十八研究所	C 波段商业 SAR 遥感卫星, 重量 285 kg, 最高分辨率 1 m, 设计寿命 5 年	商业 SAR 遥感卫星
第 15 次	2022 年 12 月 14 日/酒泉卫星发射中心	朱雀二号遥一	望齐州号	天仪研究院	12U 立方星, 20 kg 级别, 设计寿命 3 年	商业化实验卫星

续表 1

发射次序	发射时间/地点	发射火箭	发射卫星	研制单位	主要性能	备注
第 16 次	2023 年 1 月 15 日/太原卫星发射中心	长征二号丁	北邮一号	天仪研究院、北京邮电大学	12U 立方星、20 kg 级别, 搭载分布式智能计算平台等载荷, 设计寿命 3-5 年	商业化实验卫星
第 17 次	2023 年 6 月 7 日/酒泉卫星发射中心	力箭一号	西安航投 8 号	天仪研究院	50 kg 级科研卫星结构, 搭载全色相机和激光通信设备, 设计寿命 5 年	商业化实验卫星
			涪城一号	天仪研究院	C 波段 SAR 卫星, 重量 285 kg, 设计寿命 5 年, 最高分辨率 1 m, 具备业务化 InSAR 成像能力	商业 SAR 遥感卫星
第 18 次	2023 年 12 月 9 日/酒泉卫星发射中心	朱雀二号遥三	鸿鹄卫星	天仪研究院	50 kg 级科研卫星, 搭载氙气/氦气霍尔推进载荷等, 设计寿命 3-5 年	商业化实验卫星
			天仪 33 卫星	天仪研究院、湖南科技大学	50 kg 级科研卫星, 搭载遥感相机模组载荷等, 设计寿命 3-5 年	商业化实验卫星
第 19 次	2024 年 9 月 24 日/山东海阳附近海域	捷龙三号遥四	神启号 01 星	天仪研究院、张掖星座空间科技有限公司	C 波段 SAR 卫星, 重量 285 kg, 设计寿命 5 年, 最高分辨率 1 m, 具备业务化 InSAR 成像能力	商业 SAR 遥感卫星
第 20 次	2025 年 5 月 17 日/东风商业航天创新试验区	朱雀二号改进型遥二	神启号 02 星	天仪研究院、张掖星座空间科技有限公司	C 波段 SAR 卫星, 重量 297.5 kg, 设计寿命 5 年, 最高分辨率 1 m, 具备业务化 InSAR 成像能力	商业 SAR 遥感卫星
			地质一号	天仪研究院、中国地质大学(武汉)	重量 89 kg, 搭载高光谱相机载荷, 设计寿命 5 年	高光谱地质遥感智能卫星
			南昌航空一号	天仪研究院、南昌航空大学	重量 43.4 kg, 搭载多光谱相机载荷, 设计寿命 5 年	多光谱生态环境监测智能遥感卫星
			南科大一号	天仪研究院、南方科技大学	重量 22.4 kg, 搭载空间电场测量载荷等, 设计寿命 5 年	面向空间科学研究微小卫星
			北邮二号、北邮三号	天仪研究院、北京邮电大学	重量分别为 73.6 kg、69.8 kg, 搭载激光通信载荷等, 设计寿命 5 年	天算星座第二批卫星

天仪研究院是国际宇航联合会<sup>[9]</sup>正式会员, 被认定为“国家科技型中小企业”, 是国家双创示范基地重大项目承担单位, 同时也是湖南省新型研发机构, 建设有多个创新平台, 包括“先进微纳卫星研制联合实验室”“微小卫星湖南工程技术研究中心”等。此外, 依托高效的 SAR 卫星遥感业务化运营能力, 天仪研究院组建了国家地对地观测科学数据中心<sup>[10]</sup>商业(天仪卫星)数据资源分中心, 累积拍摄十余万景 SAR 遥感影像, 持续为多领域、多行业用户提供高品质、高时效数据服务。

## 2 数据集元数据简介

《天仪研究院第 20 次太空任务一箭六星主要参数数据集》<sup>[11]</sup>的名称、作者、数据年代、数据集组成、数据格式、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 2。

表 2 《天仪研究院第 20 次太空任务一箭六星主要参数数据集》元数据简表

条 目	描 述
数据集名称	天仪研究院第 20 次太空任务一箭六星主要参数数据集
数据集短名	SpacetyTwentiethSpaceMission
作者信息	左启耀, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, zuoqiya@spacety.cn 文毅, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, wenyi@spacety.cn 李应, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, liying@spacety.cn 杜健, 张掖星座空间科技有限公司, dujian@kuafusar.com 王力哲, 中国地质大学(武汉), lizhe.wang@gmail.com 涂新满, 南昌航空大学, tuxinman@126.com 王尚广, 北京邮电大学, sgwang@bupt.edu.cn 刘凯军, 南方科技大学, liukj@sustech.edu.cn 任维佳, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, renweijia@spacety.cn 杨峰, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, yangfeng@spacety.cn 熊淑杰, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, xiongshujie@spacety.cn 贺一雄, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, heyixiong@spacety.cn 郑万平, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, zhengwanping@spacety.cn 刘惟芳, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, liuweifang@spacety.cn 李观山, 长沙天仪空间科技研究院有限公司, liguanshan@spacety.cn
数据年代	2025 年
数据格式	.jpg、.xlsx
数据量	210 MB
数据集组成	(1) 6 颗卫星在发射场图片; (2) “神启号 02 星”“地质一号”“南昌航空一号”首批影像; (3) 天仪研究院 SAR 星座仿真图片; (4) 6 颗卫星主要参数
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 <a href="http://www.geodoi.ac.cn">http://www.geodoi.ac.cn</a>
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101, 中国科学院地理科学与资源研究所
数据共享政策	(1) “数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放, 用户免费浏览、免费下载; (2) 最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源; (3) 增值服务用户或以任何形式散发和传播(包括通过计算机服务器)“数据”的用户需要与《全球变化数据学报(中英文)》编辑部签署书面协议, 获得许可; (4) 摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则, 即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%, 同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 <sup>[12]</sup>
数据和论文检索系统	DOI, CSTR, Crossref, DCI, CSCD, CNKI, SciEngine, WDS, GEOSS, PubScholar, CKRSC

## 3 一箭六星主要参数及功能

### 3.1 卫星轨道及主要参数

北京时间 2025 年 5 月 17 日 12 时 12 分, 天仪研究院研制的 6 颗商业卫星由朱雀二号

改进型遥二运载火箭<sup>[13]</sup>搭载，在东风商业航天创新试验区发射升空（图 1）。

此次发射的卫星包括 1 颗商业 SAR 遥感卫星——“天仪 42 星”（“神启号 02 星”）、2 颗光学遥感卫星——“天仪 29 星”（“地质一号”）和“天仪 35 星”（“南昌航空一号”），以及 3 颗空间科学实验卫星——“天仪 34 星”（“南科大一号”）、“天仪 45 星”（“北邮二号”）和“天仪 46 星”（“北邮三号”）。此次发射卫星的轨道与主要参数如表 3 所示。

6 颗卫星精准入轨后，遥测参数显示一切正常，卫星帆板和天线相继顺利展开，宣告本次发射任务圆满成功。截止到 2025 年 5 月 29 日，6 颗卫星确认在轨状态正常，各载荷陆续按照计划开始测试，其中 SAR 载荷和两套光学相机载荷已完成初步成像测试，并获得首批影像。

表 3 卫星轨道与主要参数

卫星 参数	地质一号	南科大一号	南昌航空一号	神启号 02 星	北邮二号	北邮三号
轨道类型	太阳同步					
轨道高度	525 km					
降交点地方时	10:30 AM					
主要载荷	高光谱相机	空间电场测量载 荷、极光相机、 天格载荷、 CXPD 载荷	多光谱相机	SAR 载荷	激光通信载荷、 太空服务器、星 算计算机、考夫 曼电推进	激光通信载荷、 太空服务器、星 算计算机
姿控精度	指向精度： 0.5° (3σ)； 稳定度： 0.05 %/s (3σ)	指向精度： 0.1° (3σ)； 稳定度： 0.01 %/s (3σ)	指向精度： 0.05° (3σ)； 稳定度： 0.005 %/s (3σ)	指向精度： 0.01° (3σ)； 稳定度： 0.001 %/s (3σ)	指向精度： 0.1° (3σ)； 稳定度： 0.01 %/s (3σ)	指向精度： 0.1° (3σ)； 稳定度： 0.01 %/s (3σ)
数传速率	600 Mbps	100 Mbps	600 Mbps	600 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
重量	89 kg	22.4 kg	43.4 kg	297.5 kg	73.6 kg	69.8 kg
设计寿命	5 年	5 年	5 年	5 年	5 年	5 年



图 1 天仪研究院第 20 次太空任务：一箭六星星箭集成照片

### 3.2 神启号 02 星

“神启号 02 星”作为本次发射任务的焦点，是一颗轻小型、低成本、高性能 C 波段

SAR 卫星<sup>[14]</sup>,也是天仪研究院与张掖星座空间科技有限公司<sup>[15]</sup>共同研制的第二颗商业 SAR 卫星。该卫星搭载的新一代合成孔径雷达载荷,关键性能指标对标国际先进水平,支持全天候、全天候对地观测,可在国土资源监测、灾害应急响应、城市基建管理、农业林业评估、海洋环境观测及地球科学研究等领域提供高分辨率遥感数据支撑。

同时,“神启号 02 星”是天仪研究院研制的第三颗具备业务化 InSAR 成像能力的卫星,支持地表毫米级形变监测,在水利、电力、交通基础设施安全监测,以及建筑安全监测、地质灾害应急管理等相关民生的关键领域,具有极为广泛的应用价值<sup>[16-20]</sup>。“神启号 02 星”将向全球用户提供常态化、高品质且自主可控的商业 InSAR 影像数据服务。

“神启号 02 星”沿用天仪研究院在轨 SAR 卫星成熟技术,通过持续对卫星平台和载荷的优化迭代,整星性能和可靠性持续提高。“神启号 02 星”卫星平台采用了 3 项优化设计:一是首次引入天仪研究院新一代电子学架构,有效提升星务系统、能源系统可靠性,显著增强卫星平台业务支持能力,可支撑载荷更长时间工作;二是对精密定轨系统进行了升级,使得卫星定轨精度提升了一倍,进而显著提高了 InSAR 影像的定位精度;三是升级数传系统与姿轨系统,使得卫星数据下传能力和姿态机动能力显著增强。此外,针对 SAR 载荷也进行了设计优化,提高了组件的相位稳定性和信噪比指标,进一步提升了卫星的成像质量。

“神启号 02 星”主要指标如表 4 所示。同时此表也说明,“神启号 02 星”技术水平兼具先进性和竞争性,核心指标并不逊色于国外主流商业卫星,且部分指标更具领先优势。

表 4 “神启号 02 星”与国外主流商业卫星指标对比

技术指标	神启号 02 星	ICEYE/芬兰 <sup>[21,22]</sup>	Capella/美国 <sup>[23]</sup>
频段	C 波段	X 波段	X 波段
天线体制	相控阵	相控阵	抛物面
天线尺寸	4.56 m×0.8 m	3.25 m×0.4 m	直径 3.5 m
最大带宽 (MHz)	300	300/600	700
极化方式	VV	VV	VV 或 HH
入射角	15°-40°	15°-35°	15°-50°
工作模式	聚束/滑聚、条带、扫描	聚束/滑聚、条带、扫描	聚束/滑聚、条带
成像模式	聚束	1 m×0.5 m @ 7 km×7 km	1 m×1 m @ 5 km×5 km
	条带	3 m @ 25 km	3 m @ 30 km
	扫描	20 m @ 170 km	15 m @ 100 km
等效噪声系数/dB	条带模式优于-22 dB	条带模式优于-21.5 dB	条带模式优于-22dB
轨道控制	≤150 m	≤300 m	/
事后精密定轨精度	5 cm	/	/
干涉能力	提供业务化服务	处于试验阶段	未有报道
目标快速切换能力	电扫快速切换	电扫快速切换	调姿切换
数传速率	900 Mbps	500 Mbps	1.2 Gbps

“神启号 02 星”发射后,卫星过境监测所有状态正常,翌日首次执行成像指令,并成功获得首批影像,创造天仪研究院 SAR 卫星入轨最快成像纪录(图 2)。



图2 “神启号 02 星”首批影像（2025.5.18）

“神启号 02 星”入轨后，首先进行轨道调整，将会进入与“神启号 01 星”“涪城一号”相同重访干涉管道内（图 3）。此后，“神启号 02 星”将与“神启号 01 星”“涪城一号”协同开展重轨 InSAR 业务化服务，其干涉测量周期将缩短至最短 1 天。

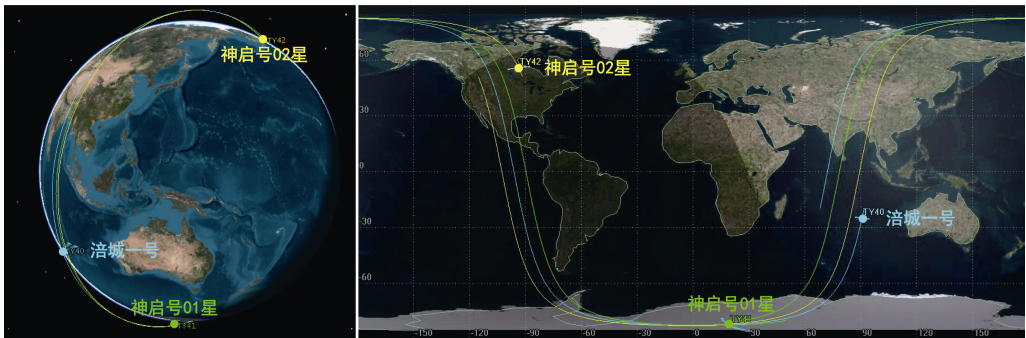


图3 “神启号 02 星”“神启号 01 星”“涪城一号”卫星轨道和星下点仿真图

### 3.3 地质一号

“地质一号”是一颗由中国地质大学（武汉）牵头研制的高光谱地质遥感小卫星<sup>[24]</sup>，主要用于地质环境监测。“地质一号”相机主要参数如表 5 所示。“地质一号”进行了地质探测谱段集中精细设计，覆盖 410 nm–2,480 nm，其中可见光谱段 16 个，短波红外谱段 10 个，形成了面向地质行业应用的特色光谱谱段。“地质一号”可见光分辨率和幅宽为 14 m @ 43 km，短波红外分辨率和幅宽为 30 m @ 30 km。

此外，“地质一号”攻克了高可靠性一体化光机系统设计、红外焦面滤光片分光以及相机 TDI 多谱带可见光探测等多项关键技术。这些技术突破为卫星数据在地质环境遥感领域的高效应用提供了坚实支撑。“地质一号”具

表 5 “地质一号”相机主要参数

卫星	地质一号
成像模式	推扫
频谱范围	410 nm–2,480 nm
谱段数量	可见光：16 个 短波红外：10 个
分辨率	可见光：14 m 短波红外 30 m
幅宽	可见光：43 km 短波红外：30 km
支持成像侧摆角	±20°

备为地质与环境领域提供高精度遥感数据及专业分析服务的能力，应用于探测、监测、识别、解译与分析等任务。其应用范围涵盖矿物成分探测、岩石类型识别、蚀变信息提取、土壤质量评估以及水体污染监测等多个领域。通过这些高质量的数据与服务，“地质一号”将助力科学家更精准地解读地球的地质构造，为资源开发、环境保护和灾害预防提供强有力的科学依据和技术支持。

“地质一号”经过首周测试后，已初步具备成像状态，并取得了首批影像（图 4）。

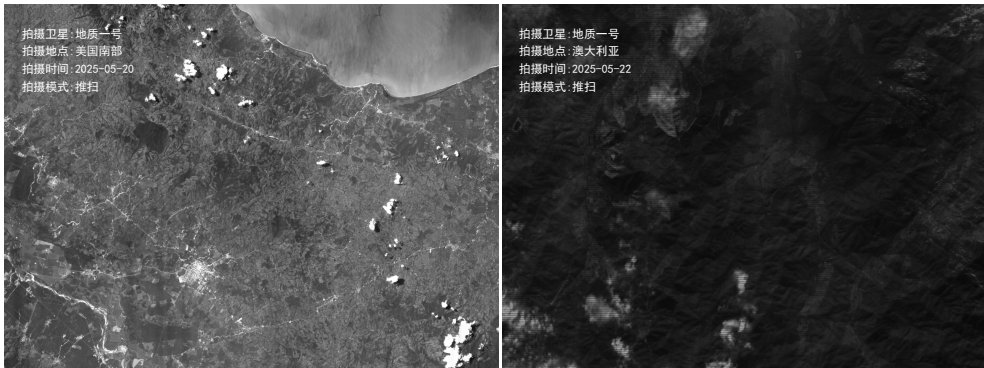


图 4 “地质一号”首批影像（2025.5.20/22）

### 3.4 南昌航空一号

“南昌航空一号”是一颗面向生态环境监测的多光谱智能遥感卫星，由南昌航空大学牵头研制。卫星平台在智能化和自主化方面，具备显著优势。所搭载的多光谱相机采用先进的离轴三反光学系统，通过精细优化焦距、视场角、F 数、通光口径、光谱范围及谱段选择等光学参数，全面提升了成像性能与成像质量。

“南昌航空一号”多光谱相机主要参数如表 6 所示。该相机支持 1 个全色谱段（5 m 分辨率）和 8 个多光谱谱段（20 m 分辨率），成像幅宽达到 100 km。

同时，该相机配置高性能 CMOS（Complementary Metal-Oxide-Semiconductor）探测器，具备高量子效率、低噪声性能以及高速成像能力，有力支撑实时监测与快速响应应用。“南昌航空一号”在水体环境遥感领域优势显著，能够精准探测分析水体污染、水质及藻类信息；同时其亦适用于陆地环境监测（如土壤、植被），为实现区域可持续发展目标提供全面的数据支持。

“南昌航空一号”经过首周测试后，已初步具备成像状态，并取得了首批影像（图 5）。

表 6 “南昌航空一号”相机主要参数

卫星	南昌航空一号
成像模式	推扫
频谱范围	全色谱段：450–850 nm 多光谱：430–860 nm
谱段数量	全色谱段：1 个 多光谱：8 个
分辨率	全色谱：5 m 多光谱：20 m
幅宽	100 km
支持成像侧摆角	$\pm 20^\circ$

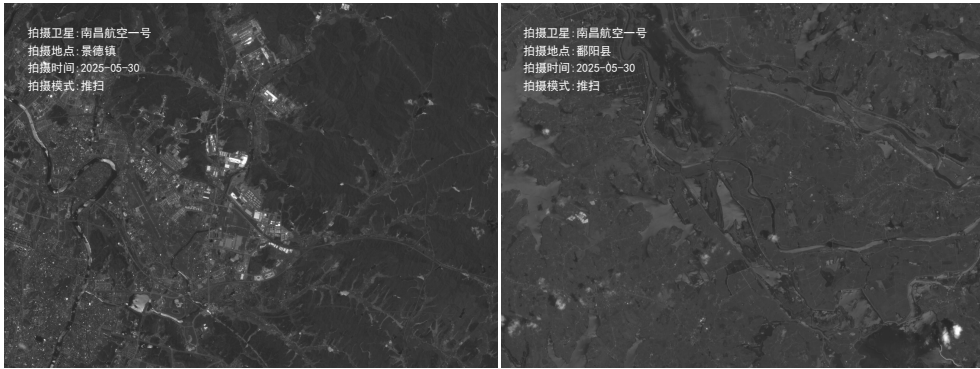


图5 “南昌航空一号”首批影像（2025.5.30）

### 3.5 北邮二号、北邮三号

“北邮二号”与“北邮三号”（天算星座第二批）由北京邮电大学研制，核心任务是验证空天信息技术前沿成果。两星均配备了支持 200 Gbps 通信速率、2,000 km 通信距离的激光通信载荷，并分别搭载了太空服务器、星算计算机和考夫曼电推进系统。两颗卫星重要在轨验证项目包括 6G 智能语义通信传输、6G 星载核心网架构试验、星载容器运行可靠性与性能测试、星地高速数据传输链路协议性能测试、星地 IP 网络实时音视频通话服务质量测试、星载 IoT 时序数据库管理系统测试、能耗散热感知的星上图像推理。这些先进技术的协同应用将推动“天数天算，地数天算”愿景的逐步落地，为国家探索空天信息基础设施建设贡献创新动能与智慧方案。

### 3.6 南科大一号

“南科大一号”是南方科技大学首颗空间科学微小卫星，搭载该校自主研发的空间电场测量载荷和极光相机载荷。“南科大一号”还搭载了天格载荷（空间  $\gamma$  射线暴探测载荷）、广西大学 CXPD 载荷（空间 X 射线偏振探测载荷），以及天仪研究院自主研发的星地 IP 链路终端和热电转换验证单机<sup>[25]</sup>。其中，空间电场测量载荷借助天线对空间等离子体中的时变电场进行探测，成为地球磁层与电离层监测的重要技术手段。此次载荷搭载是全球首次在微小卫星平台上部署超 10 m 电场天线（最长达 12 m），刷新了微小卫星电场天线长度的纪录。这一突破使得微小卫星能够进行高精度电场测量，为我国深空探测技术的发展提供了新方案。

极光相机载荷能够实现大范围极光现象的实时记录，聚焦高纬度区域极光活动的动态捕捉。作为国内首次基于微小卫星平台的极光光学观测实践，“南科大一号”卫星凭借精密轨道设计，在单次飞越极光带过程中可维持 9 分钟连续观测窗口；而且其搭载的高灵敏度极光相机能够精细记录极光形态演变特征，为解析太阳风-地球磁层耦合作用机制提供关键观测数据。

## 4 天仪研究院第 20 次太空任务的主要特点

此次发射是天仪研究院首次“一箭六星”实践，也是其执行的第 20 次太空任务。至此，

天仪研究院累计成功部署卫星已达 37 颗，不仅标志其完成了从“单星技术验证”向“卫星批量化生产”的跨越式发展，更在全球范围内率先构建起覆盖“卫星设计-星座运维-数据服务”全流程的 C 波段商业 SAR 卫星产业生态链。

此次太空任务的顺利完成展示出如下两个特点：

第一，天仪研究院全系列卫星产品实践。覆盖全系列卫星产品，包括光学遥感卫星、SAR 遥感卫星、科研卫星；覆盖全系列卫星平台，20 kg 至 300 kg 级卫星平台都有应用。

第二，天仪研究院多项新技术在轨验证。“神启号 02 星”将与“地质一号”“南昌航空一号”开展同轨光-SAR 协同关键技术验证，实现两类遥感数据的高效融合处理与精准利用，提升复杂环境下对地观测数据的完整性、精准性和时效性，为灾害应急监测、环境监测、资源动态评估等领域提供更可靠的空天信息支撑；同时，依托“北邮二号”“北邮三号”“南科大一号”，天仪研究院将重点开展星地 IP 链路实时数据交互技术、热电转换技术、星间激光通信姿控技术等关键技术的自主攻关与验证。此举将推动天仪研究院卫星平台在智能化测控、能源高效利用、星间高速数据传输等领域技术能力的全面提升，为未来新一代高性能 SAR 卫星组网和运营奠定坚实的技术基础。

## 5 天仪研究院 SAR 星座与卫星技术路线规划

天仪研究院以“为商业 SAR 遥感卫星的规模化组网运营提供全链路技术支撑，打造高可靠、高性能的 SAR 星座服务体系”为宗旨，全面赋能空间技术创新与产业应用生态建设。天仪研究院 SAR 星座规划卫星数量 120 颗，采用多倾角混合星座方案（表 7）。星座建成后，对地观测时效性显著提升：全球目标最大重访周期优于 30 分钟，南北纬 60°之间目标平均重访周期优于 11 分钟，全国 InSAR 成像覆盖周期不超过 2 天。

表 7 天仪研究院 SAR 星座主要参数

序号	倾角	卫星总数	轨道面数量	单轨道面卫星数量	轨道高度
1	97.4°	48 颗	6	8 颗	500 km
2	55°	48 颗	6	8 颗	500 km
3	35°	24 颗	6	4 颗	500 km

面向未来即时遥感 SAR 卫星星座发展趋势，天仪研究院对标国际前沿技术，确立了高时空分辨率轻小型 SAR 卫星技术路线，启动了面向星座部署的低成本、批量化、高性能 SAR 卫星研制（图 6）。天仪研究院将聚焦于卫星商业器件化、小型化、轻量化、标准化等技术方向，重点突破基于工业级器件的卫星可靠性设计技术、天线阵列小型化设计技术、分布式能源系统设计技术、平台载荷一体化结构设计技术、高精度轻量化天线展开机构设计技术等十余项关键技术，致力于一体化、模块化综合电子系统和轻量化、模块化、数字相控阵天线等核心部件攻关研发。天仪研究院下一代 SAR 卫星的技术水平将实现显著提升，成本大幅降低，适于星座的批量、快速部署，助力我国商业航天产业链升级。

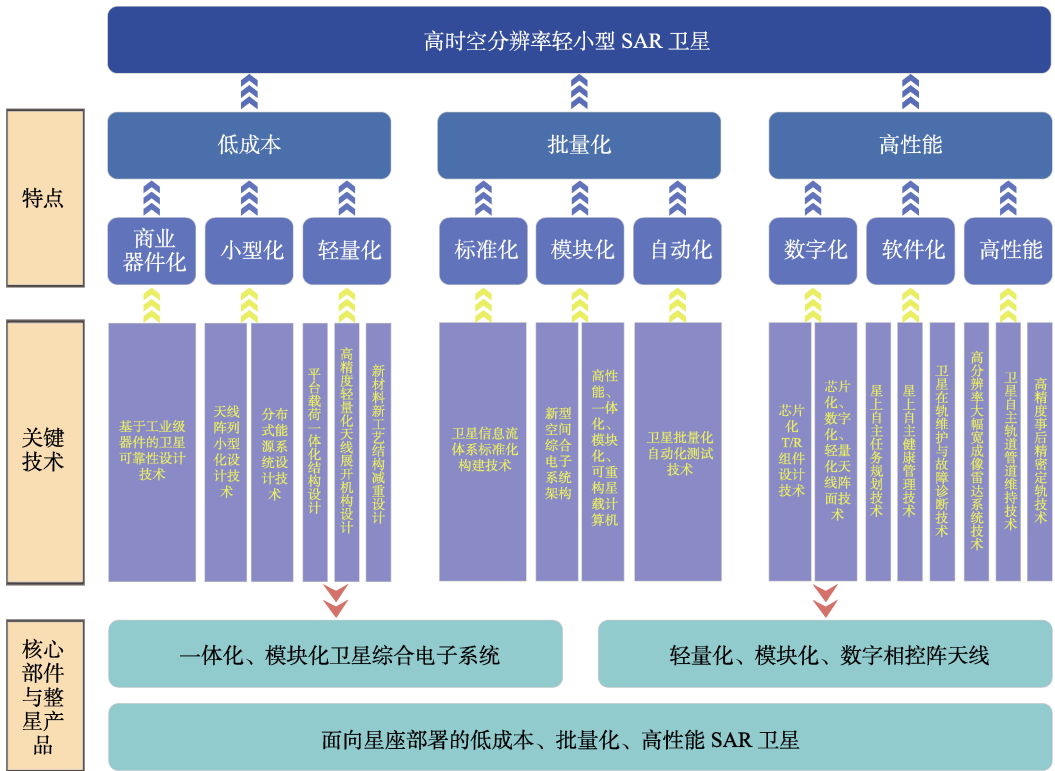


图 6 高时空分辨率轻小型 SAR 卫星技术路线框架图

### 6 结论

天仪研究院第 20 次太空任务即一箭六星发射任务圆满成功,不仅是其商业航天实践的里程碑,更标志中国小卫星技术体系从“单一任务执行”向“系统性能力构建”的跨越升级。6 颗卫星的差异化载荷配置,展现了天仪研究院在 SAR 遥感、高光谱探测、空间环境监测等多技术路径上的并行突破能力——从 C 波段 SAR 卫星的业务化 InSAR 形变监测,到高光谱卫星的矿物成分精准反演,再到空间电场测量与激光通信技术的在轨验证,这种“平台通用化设计+载荷模块化集成”的研发模式,为商业航天低成本、高效率的技术迭代提供了可复制的工程范式。

天仪研究院本次发射任务的成功,在产业发展层面具有里程碑意义:其首次实现从“单星验证”到“批量化生产”的发展升级,并构建起覆盖“卫星设计-星座运维-数据服务”全流程的 C 波段商业 SAR 卫星产业生态链。此次发射的 20 kg 至 300 kg 级全谱系卫星平台产品,既展现了天仪研究院在小卫星技术领域的综合研发实力与产品矩阵布局,更为后续卫星产业化应用奠定了坚实基础。

作者分工:左启耀、文毅、李应撰写了论文初稿,杜健、王力哲、涂新满、王尚广、刘凯军、任维佳、杨峰、熊淑杰、贺一雄、郑万平、刘惟芳、李观山对文章进行了修订。

利益冲突声明:本研究不存在研究者以及与公开研究成果有关的利益冲突。

## 参考文献

- [1] 湖南省工业和信息化厅. 天仪研究院: “长沙造”卫星翱翔太空[EB/OL]. (2024-10-21) [2025-5-17]. [https://gxt.hunan.gov.cn/gxt/ztl/zgzdzt/zgzdkqy/202410/t20241021\\_33481125.html](https://gxt.hunan.gov.cn/gxt/ztl/zgzdzt/zgzdkqy/202410/t20241021_33481125.html).
- [2] 百度百科. 雷达卫星[OL]. <https://baike.baidu.com/item/雷达卫星/2273221?fromModule=search-result lemma#4-7>.
- [3] 中国新闻网. 天仪研究院完成第20次太空任务 累计将37颗卫星送上太空[EB/OL]. [2025-5-17]. <https://www.chinanews.com.cn/sh/2025/05-17/10417172.shtml>.
- [4] 百度百科. 海丝一号[OL]. <https://baike.baidu.com/item/海丝一号?fromModule=lemma search-box>.
- [5] 百度百科. 巢湖一号[OL]. <https://baike.baidu.com/item/巢湖一号卫星/60179999?fromModule=search-result lemma>.
- [6] 百度百科. 涪城一号[OL]. <https://baike.baidu.com/item/涪城一号?fromModule=lemma search-box>.
- [7] 百度百科. 神启号 SAR 卫星[OL]. <https://baike.baidu.com/item/神启号SAR卫星/65144824?fromModule=search-result lemma>.
- [8] 中国遥感应用协会. 我国商业航天企业间实现双星重轨干涉成像[EB/OL]. [2025-5-17]. <http://www.carsa.org.cn/site/content/1187.html>.
- [9] 百度百科. 国际宇航联合会[OL]. <https://baike.baidu.com/item/国际宇航联合会?fromModule=lemma search-box>.
- [10] 百度百科. 国家对地观测科学数据中心[OL]. <https://baike.baidu.com/item/国家对地观测科学数据中心?fromModule=lemma search-box>.
- [11] 左启耀, 文毅, 李应等. 天仪研究院第20次太空任务一箭六星主要参数数据集[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2025. <https://doi.org/10.3974/geodb.2025.05.05.V1>. <https://cstr.science.org.cn/CSTR:20146.11.2025.05.05.V1>.
- [12] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. DOI: 10.3974/dp.policy.2014.05 (2017年更新).
- [13] 百度百科. 朱雀二号改进型遥二运载火箭[OL]. <https://baike.baidu.com/item/朱雀二号改进型遥二运载火箭?fromModule=lemma search-box>.
- [14] 百度百科. 神启号02星[OL]. <https://baike.baidu.com/item/神启号02星?fromModule=lemma search-box>.
- [15] 百度百科. 张掖星座空间科技有限公司[OL]. <https://baike.baidu.com/item/张掖星座空间科技有限公司?fromModule=lemma search-box>.
- [16] 王茂枚, 王刘宇, 蔡军等. 合成孔径雷达干涉测量技术在水利工程形变监测应用方面的研究进展[J]. 江苏水利, 2021(z2): 66–71.
- [17] 张钰松. 时序 InSAR 关键技术研究及其在电力基础设施形变监测中的应用[D]. 陕西: 西安电子科技大学, 2021.
- [18] 王旋, 郑文青, 苗小利. 利用 InSAR 技术监测西安市交通基础设施沉降变化[C]. 中国城市规划协会地下管线专业委员会2020年年会论文集, 2020: 134–138.
- [19] 朱茂, 郭唐. 基于 InSAR 的建筑安全风险监测方法[J]. 建设科技, 2024(9): 76–79. DOI: 10.16116/j.cnki.jskj.2024.09.017.
- [20] 陶昶旭, 张永双, 任三绍. InSAR 技术在滑坡识别与监测中的应用研究进展[J]. 中国地质, 2025, 52(2): 513–526. DOI: 10.12029/gc20240515001.
- [21] Iceye. ICEYE Product Documentation [OL]. <https://sar.iceye.com/latest/productspecification/imagingmodes/>.
- [22] 360doc 个人图书馆. 低轨卫星测控技术分析之十二: ICEYE SAR 卫星的轨道控制[OL]. [http://www.360doc.com/content/22/1217/18/65679503\\_1060613488.shtml](http://www.360doc.com/content/22/1217/18/65679503_1060613488.shtml).
- [23] Capellaspace. What SAR imagery products are available with Capella? [OL]. <https://support.capellaspace.com/what-sar-imagery-products-are-available-with-capella>.
- [24] 安志宏, 王力哲. 我国首颗地质行业高光谱遥感小卫星“地质一号”成功发射[EB/OL]. [2025-05-22]. <https://www.iziran.net/news.html?aid=5394710>.
- [25] 百度百科. 热电转换[OL]. <https://baike.baidu.com/item/热电转换?fromModule=lemma search-box>.