



(/)

请输入你要搜索的关键词

搜索

登录

(/Login/login.ht

首页 学会介绍 学会动态 会议·展览 科普与讲座 科技奖励 会员服务 公告 主办刊物 国际光日 ENGLISH 学会党建

(/)

## 行业动态

动态信息 (/Content/index/catid/759.h...

图片视频新闻 (/Content/index/catid/7...

学会工作信息 (/Content/index/catid/7...

专委会·地方学会动态 (/Content/index/...

会员风采 (/Content/index/catid/23.ht...

行业动态 (/Content/index/catid/17.ht...

## 高分五号卫星全谱段光谱成像仪、大气环境红外甚高光谱分辨率探测器探秘

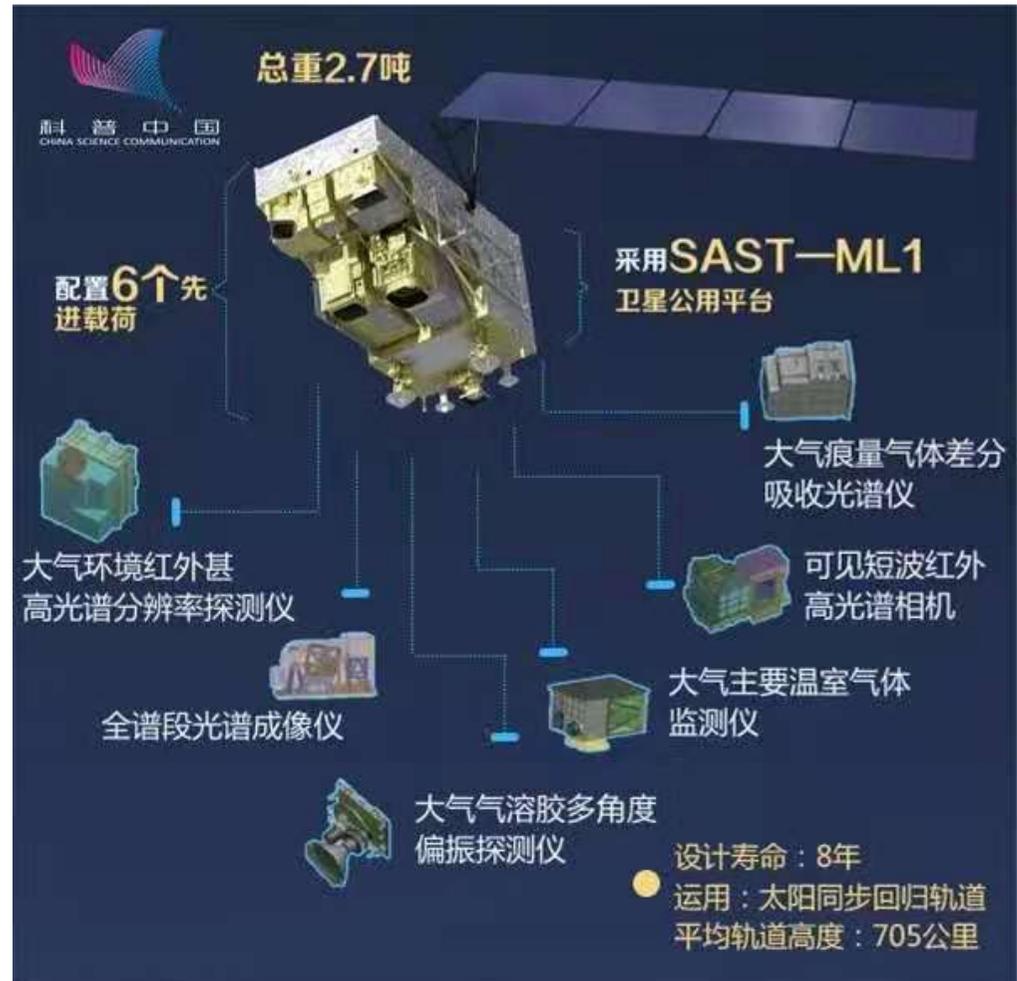
发布时间：2020-11-19

阅读次数：5411

2018年5月9日2点28分，我国在太原卫星发射中心用长征四号丙运载火箭成功发射高分五号卫星。



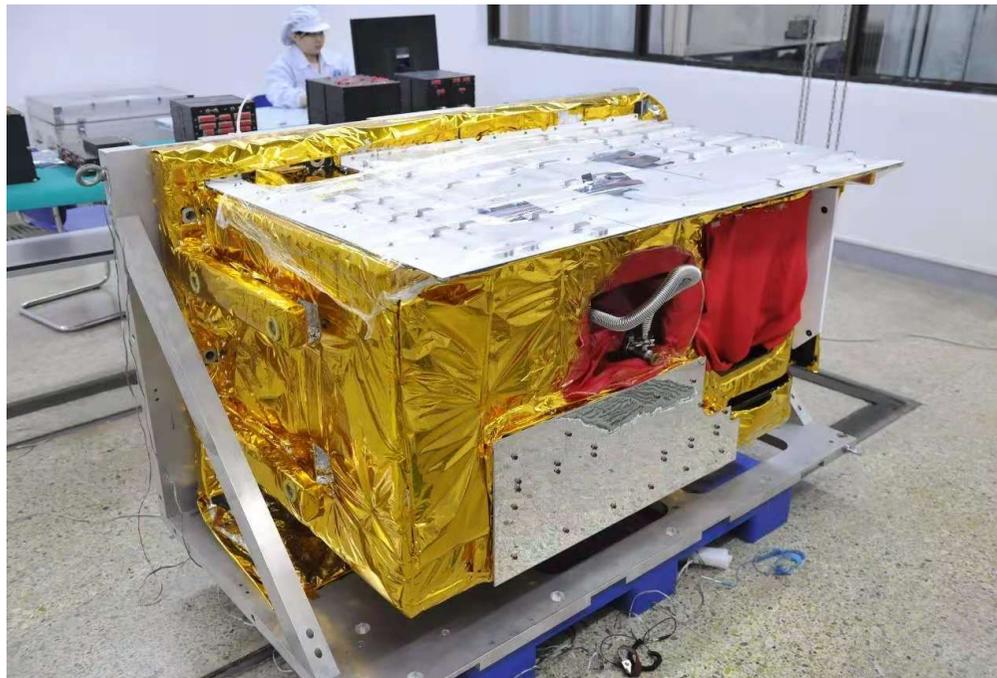
长征四号丙运载火箭成功发射高分五号卫星



高分五号卫星载荷配置

高分五号卫星是实现我国高分辨率对地观测能力的重要标志之一，它的成功发射为实现高分专项“形成高空间分辨率、高时间分辨率、高光谱分辨率和高精度观测的时空协调、全天候、全天时的对地观测系统”目标作出了重要贡献。它共有6台载荷，集对地观测、大气观测功能为一体。其中全谱段光谱成像仪、大气环境红外甚高光谱分辨率探测器由北京空间机电研究所研制。

#### 全谱段光谱成像仪



全谱段光谱成像仪

### **多领域服务显神威**

全谱段光谱成像仪的主要功能是对地观测，能够为用户提供从可见到长波的12个谱段的全谱段遥感图像，尤其是四个细分的长波红外谱段数据，国内首次具备此种数据获取手段，使高精度数据处理方法（分裂窗算法）能得以应用。不久的将来，能够为环保、国土资源、气象、农业、减灾等部门遥感业务应用提供有力的数据支持。

在环保方面，能够提取水环境、生态环境遥感信息，监测水体热污染（如核电站热污排放）及水华等湖泊污染，同时还能对植被覆盖度进行监测、对矿产资源开发及其生态影响进行监测；国土资源方面，可以提取矿物信息、进行矿区地物分类、对岩性-构造解译；气象方面，可以提取热红外谱段地表发射率，监测局部地区高温、青藏高原典型冰川群及背景积雪，以及提供干旱监测所需的遥感信息。

### **全能型选手“高、强、准”**

为了完成全谱段、全天时对地观测的使命，全谱段光谱成像仪采用离轴三反离轴主光学系统和分视场成像技术，将入射光引入三个探测器焦面上，每个焦面上有4个谱段，可几乎同时呈现从可见光到长波红外12个谱段的图像，完美诠释地物在全谱段下的不同特点。拥有这双高度集成的“火眼”，让全谱段光谱成像仪能够根据任务需求进行全天内所需时间的对地观测，具备了从前2-3台载荷的探测能力，为用户提供更精准的同源数据，减少量化应用误差、提升精准化；其次，可以进行长时间、大范围观测，单轨可成像25分钟，成像时长相当于以往载荷的近2倍，覆盖一万多公里，纬度跨度大，数据获取能力强。最后，采用星上漫反射板和黑体实现不同谱段高精度在轨辐射定标，提升定标频次，提高定标精度，为提高定量应用水平提供强有力的手段。

### **“made in china” 浑身“宝”**

作为我国首台实现覆盖可见、近红外、短波、中波、长波红外谱段的多光谱相机。在多光谱空间相机家族中，全谱段光谱成像仪拥有国内最宽的谱段范围和最多的谱段数量，热红外空间分辨率达40m，在国际上处于先进水平。

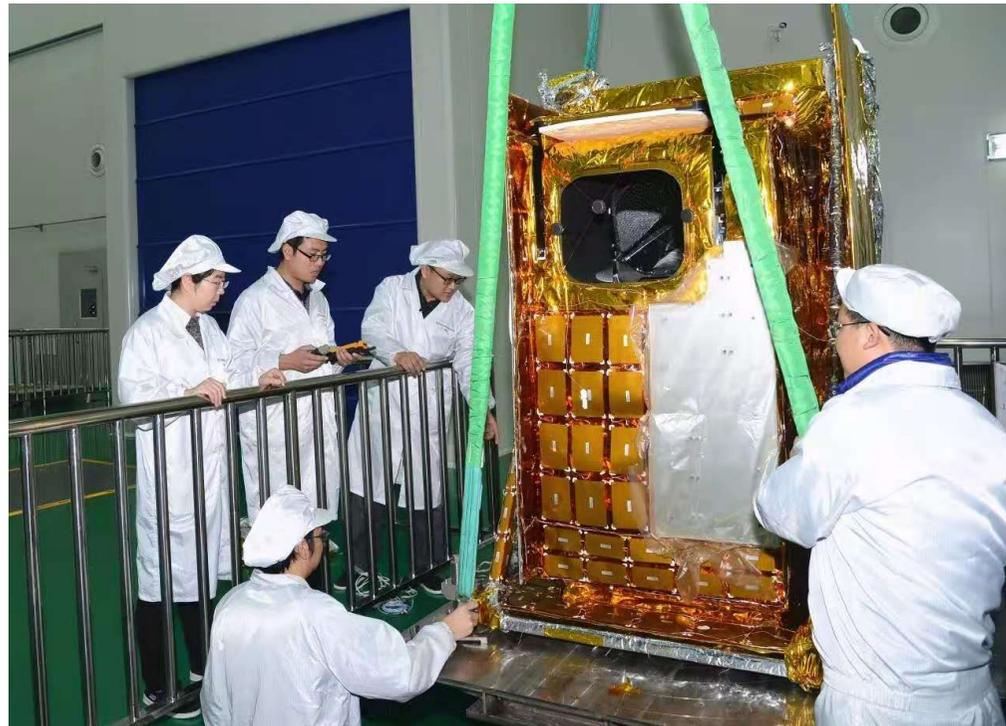
可见红外共光路光学系统，巧妙地利用分视场、分色片及组合滤光片实现了12个波段的光谱细分，做到不仅波段范围宽，而且每个波段划分精细；通过星上黑体定标、太阳定标来实现不同波段在轨高精度辐射定标，可见短波绝对辐射定标精度达5%、中长波达1.0K，较之前型号可见短波7%、中长波1.5K有较大提高。值得一提的是，全波段光谱成像仪突破了红外探测器和脉冲管制冷机多项关键技术瓶颈，首次实现国内自研规模最大四波段集成长线列碲镉汞红外探测器和国内自研制冷温度最低、功耗最大的脉管制冷机的在轨应用，为我国红外光学遥感技术飞跃发展奠定坚实基础。

面对技术难度大、研制周期紧，研究所的科研工作者们依靠大胆创新、艰苦攻关，突破一项项技术难题，实现了国产化的又一次突破，充分体现了“中国智造”的力量——核心产品——三反离轴高透过率光学系统、四波段集成长线列红外探测器、大冷量60K脉冲管制冷机、大尺寸漫反射板、高精度面源变温黑体、八年长寿命定标机构等——均为国产，强有力地带动了国内相关技术取得突破性进展，为提升我国核心关键宇航产品国产化水平贡献力量。

### **“长寿”高分领风骚**

高分五号卫星是我国为数不多的8年长寿命卫星，全波段光谱成像仪作为卫星载荷之一。为了保证长寿命的要求，研究所的科研工作者们在立项之初就做了全面策划。

通过设计保证、材料选用、试验验证等手段全面保驾护航，经过详细梳理，找到决定寿命的关键因素，确定了试验项目、试验条件、试验判据。对可见光探测器、红外探测器、脉冲管制冷机、低温组合滤光片、黑体定标机构、漫反射板定标机构等核心产品开展了八年寿命专项试验，获得了大量有效的数据，验证了这些产品空间环境适应能力、八年寿命期内工作条件适应能力，最终满足使用要求。同时，这些试验方法、试验结果也夯实了我国长寿命卫星及载荷研制基础。



全谱段光谱成像仪-热试验结束后载荷出真空罐，正在进行光机头部吊装

全谱段光谱成像仪作为获取从紫外到长波红外谱段的高光谱、多光谱遥感数据的“一枚干将”，集对地观测、大气观测功能为一身，将开辟卫星长寿命的先河，推动量化应用水平的提升。以独特的全谱段、全天时观测能力，肩负起对地观测重任，为我国环境保护、国土资源监测、气象监测等业务应用提供数据支撑。

### 大气环境红外甚高光谱分辨率探测仪

大气环境红外甚高光谱分辨率探测仪是国内首个采用太阳掩星观测方式的甚高光谱分辨率红外光谱仪，采用8倍光程放大的时间调制型干涉分光技术，光谱分辨率创国内新高，可直接获取大气痕量气体垂直分布信息的超光谱载荷，为我国的大气探测提供了全新的视角，为大气痕量气体观测研究、中高层大气物理和大气化学研究、临近空间环境研究提供更多更高质量的科学数据，服务于国家应对气候变化和环境问题的策略制定。

### 大气环境红外甚高光谱分辨率探测仪

该探测仪的技术负责人徐彭梅介绍，研制历经原理样机、工程样机、初样电性、初样鉴定以及正样阶段，历时八年有余，平均年龄不到30岁的研制团队先后攻克了基于在轨高速图像处理的高精度太阳跟踪技术、低噪声大动态范围信号提取与处理技术、高精度系统测试和标定技术等多项关键技术，实现了甚高光谱分辨率、宽光谱覆盖和高灵敏度等多项优秀性能，该探测仪的成功发射是研究所又一次光谱型号的成功验证，为实现国家高分辨率对地观测能力发挥重要价值。

### 掩日观测全新视角，精确跟踪分秒必争

掩星是一种天文现象，指一个天体在另一个天体与观测者之间通过而产生的遮蔽现象。太阳掩星，即是在人造卫星与太阳之间，利用地球大气对太阳光的遮挡，获取大气中多种气体成分对太阳光的吸收光谱。当地球完全遮挡太阳，我们称卫星处于地球阴影区内。高分五号甚高探测仪所进行的太阳掩星观测，是从卫星刚刚飞出地球阴影时刻开始，探测仪的光轴保持对太阳的精确和稳定指向，直至太阳完全暴露于地球大气层外。这种观测模式的优点在于可以直接获取大气成分在不同高度的分布情况，利用光谱数据研究其物理和化学特性，为研究全球气候变化、大气环境变化等问题提供另一维度的数据支撑。

由于地心引力作用，大气中几乎全部气体都集中在离地面100公里的高度范围内。有限的观测高度对应有有限的观测时间，为了充分利用“星上日出”的宝贵时段，高分五号甚高探测仪配备了高精度太阳跟踪系统，首次采用图像反馈自动跟踪系统，即利用可见光相机获取实时太阳图像，由跟踪系统内部的软件和算法进行在轨实时高速图像处理，控制二维转动机构，使得探测仪的指向镜光轴在全部观测时段都能精确对准太阳的辐射质心，也就是太阳的辐射能量中心。考虑到低层大气中云和湍流等影响会导致太阳图像的变形甚至分块，探测仪图像处理算法的设计能够很好地适应各种特殊情况，通过智能判断有效跟踪太阳质心，其跟踪精度优于0.1毫弧度。

### 数十种痕量气体成分精细分辨，八倍光程放大实现甚高光谱探测

大气中氮、氧、氩、二氧化碳占干空气的99.997%，其他仅占0.003%的成分则称为痕量气体，如氮氧化物、碳氢化合物、硫化物和氯化物等。它们虽然含量极少，却是参与大气中各种物理、化学、生物过程的主要角色，对全球大气环境及生态产生着重大影响，如光化学烟雾、酸雨、温室效应、臭氧层破坏等无不与痕量气体有关。

高分五号甚高探测仪所采用的太阳掩星观测方式，其大气吸收光程，也就是仪器所探测太阳光在大气中经过的路径长度，通常是垂直对地观测路径长的4-5倍，可以探测到传统观测方式所无法发现的多种痕量成分，对于成分稀薄的中高层大气研究非常有利。为了获取尽可能丰富的吸收光谱信息，探测仪的谱段从短波红外的2.4微米一直覆盖至长波红外的13.3微米，囊括了二氧化碳和几十种大气痕量气体的吸收谱段。

除了谱段要够宽，具备极高的光谱分辨能力是能够精确区分和检测出这些成分的关键。探测仪的核心组件是一台双角镜摆臂式干涉仪，通过引入一个平面反射镜使干涉光路折叠，实现了干涉光程相对机构机械运动行程的8倍放大，光谱通道数多达11万多个，光谱分辨率最高达0.02纳米，创国内光谱仪分辨率水平之最，与国际先进水平比肩。

### **大动态、高灵敏，多措并举保障精确量化**

我们知道，相机图像的动态范围越大，所能表现的层次越丰富，能同时记录的暗部细节和亮部细节也就越丰富。遥感器的动态范围反映了系统同时探测强信号和弱信号的能力。

对于常规对地观测的红外遥感器而言，长波红外谱段和中波红外谱段的输入能量通常可分别与温度300K和500K黑体的辐射能量相当。高分五号甚高探测仪的观测目标为太阳，太阳的能量约与温度5800K的黑体等效，探测信号的强度远大于对地观测遥感器。另一方面，探测仪在轨直接获取的是太阳光谱的干涉信号，入射光经干涉仪的分束镜均分为两路，这两路光信号所走过的行程由于机构的运动产生差异，即光程差。复色光的干涉信号在光程差为零时达到峰值，在光程差最大时信号又十分微弱，信号幅度相差悬殊，太阳光干涉信号的这一比值达到十万倍之高。因此，探测仪的动态范围设计必须满足太阳光干涉图中的极强和极弱信号的同时获取。

针对大动态范围、高精度和高速时间调制干涉信号的处理和采集，探测仪的电子学系统从各环节进行设计优化并采取有效抗干扰措施，解决了低噪声、大摆幅、宽频率范围的前置放大问题，信号电流的分辨能力达到纳安量级，从源头保证了仪器探测的高灵敏度；在后续数据获取环节采用高精度、大动态范围的模数转换方案，并根据信号特点进行一系列算法处理，实现了高性能的干涉数据采集。

这就是高分五号大气环境红外甚高光谱分辨率探测仪，实现了短波红外至长波红外的连续光谱覆盖，是国内目前光谱分辨率以及光谱定标精度最高的光谱仪，为全球气候变化研究和大气环境监测提供重要科学依据。

[< 返回上一页](#)

[上一篇：《光子学的兴起》：光子...](#)

[下一篇：中国科大郭光灿院士团队...](#)

版权所有：中国光学学会 沪ICP备05015387号-8 未经许可 不得转载 (<https://beian.miit.gov.cn/>)

电话: 010-62103235 (李潇) 010-62103275 (贾瑞卿) 010-62103292 (熊玮) 邮箱: [cos@cast.org.cn](mailto:cos@cast.org.cn)

地址:北京市海淀区学院南路86号中国科协综合业务楼201室