



## “实践十号”返回式科学实验卫星： 微重力实验“中国首星”

这颗承载着众多科学家梦想的科学实验卫星，预计将于2016年4月在酒泉卫星发射中心升空，为我国微重力科学和空间生命科学研究打开一片新的天空。

► 记者 姜天海



“实践十号”卫星示意图。

在空间科学先导专项首批确定的科学卫星系列中，“实践十号”返回式科学实验卫星具有其独特的魅力。它不仅是其中唯一的返回式卫星，而且也是中国第一颗完整的微重力实验卫星。

作为先导专项启动的第四颗科学卫星，“实践十号”历时两年半，已完成有效载荷正样研制及环境试验，交付卫星总体。这颗承载着众多科学家梦想的科学实验卫星，预计将于2016年4月在酒泉卫星发射中心升空，为我国微重力科学和空间生命科学研究打开一片新的天空。

### 十年一星

就时间而论，“实践十号”可以追溯至十年前。彼时，原国防科工委将其纳入国家“十一五”空间科学发展规划的卫星工程项目。2005年底，原国防科工委在全国发布“实践十号”项目指南，收到218项科学实验项目建议书，经过函评、会评，遴选出21项科学实验项目。但由于种种原因，“实践十号”的立项研制被迫搁浅。

2011年1月，空间科学先导专项的创立为“实践十号”带来新生机。先导专项对“实践十号”的各科学实验项目进行复审、重新征集以及评审

遴选，重新确定卫星上的19项科学实验项目，并于2012年12月31日正式立项，启动工程的研制。

“十年一星”，也让“实践十号”科学家更加运筹帷幄。

“‘实践十号’是我国第一次研制一颗专用的微重力科学实验卫星，这是一个新的亮点，国际上也对此非常关注，它填补了我国在微重力科学研究上的空白。”“实践十号”卫星项目首席科学家、中科院院士胡文瑞向《科学新闻》表示。

“实践十号”利用我国成熟的返回式卫星技术，将采取遥科学的手段远程控制，在轨开展微重力流体物理、微重力燃烧、空间材料科学、空间辐射生物效应、重力生物效应、空间生物技术六大领域的19项科学实验。

中科院力学研究所研究员、“实践十号”卫星项目科学应用系统总设计师康琦向《科学新闻》介绍，卫星分为留轨舱和回收舱两个部分，留轨舱将进行8项流体物理和燃烧实验，其他11项科学实验将在回收舱进行，并利用空间实验样品返回的方式，研究在微重力环境及复杂辐射环境中的物质运动规律以及生命活动规律。回

收舱设计的在轨运行寿命为 12 天，随后返回地球，而留轨舱将继续在轨工作 3 天。

与载人航天工程和空间站项目相比，返回式卫星具有鲜明的特点。不仅实验环境好，微重力水平高，而且风险小，成本低，一次飞行可提供较多的实验机会，特别有利于开展国际合作，是一个非常重要的空间实验手段。

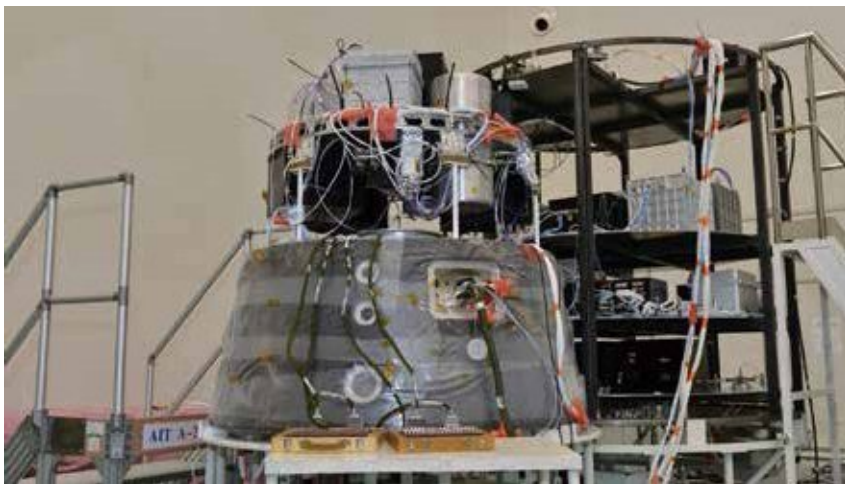
而且，胡文瑞介绍，目前仅有俄罗斯和中国两国真正利用返回式卫星做实验。俄罗斯的返回式卫星结构与中国不同，仅设有回收舱，但“俄罗斯返回式卫星的微重力水平较高，可达到  $10^{-5}\sim 10^{-6}g$ ”。

### 特色创新

“实践十号”搭载的微重力科学和空间生命科学实验，服务于科学前沿，也服务于国家重大需求。其中，“微重力下煤颗粒 / 煤粉燃烧及其污染物生成特性研究”就对节能减排具有重要的意义。

“与很多其他国家不同，煤是我国的主要能源，因此高效燃烧、降低污染排放对我国具有特殊的意义。”康琦表示，煤燃烧的模型化研究需要准确的物性参数，然而往往受到地上重力及浮力对流的影响，有些物性参数的准确测量几乎不可能。有效建立各种模型以及模型推演，深刻认识煤燃烧机理是提高煤燃烧效率的重要途径。

而导线绝缘层和典型非金属材料这两个微重力燃烧实验，则是针



“实践十号”返回式科学实验卫星在总装测试中。

对载人航天器的防火问题。由于缺乏微重力条件下完善的防火规范，我国以往主要借鉴地面或航空的防火规范。在载人航天的有氧环境下，航天器内部一旦着火，后果不堪设想。“这两项燃烧实验就是要观察微重力条件下材料着火、燃烧以及烟气析出的规律，并对比重力条件下的燃烧规律，为建立我国自己完整的航天防火规范服务。这将对未来我国空间站的防火问题起到重要作用。”康琦表示。

此外，科研人员还将首次开展微重力条件下的造血与神经干细胞三维培养研究、哺乳动物早期胚胎发育研究等，为人类疾病的有效预防以及长期空间活动的生殖发育健康和繁衍等提供科学依据，通过揭示空间微重力环境对生命体生理稳态的影响规律及其机理，为未来载人航天的发展提供必要的基础支撑。

“实践十号”也是一项开放的卫星任务。其联合了中科院 11 个研究所、国内 6 所高校，并与欧洲空间局和日本宇宙航天研发机构开展紧密的国际

空间合作。

其中，“微重力条件下石油组分热扩散特性的研究和 Soret 系数的测量”就是联合欧洲空间局和加拿大石油公司，对原油的 Soret 系数进行测量，力求深化对多组分流体在有温度和压力梯度下流体成分的分布认识，提供对油田中原油分布的更准确理论预测，从而降低油田开采的成本。

在卫星技术方面，“实践十号”的分系统也得到了较大的技术改进。

曾担任过多颗返回式卫星总设计师的中国航天科技集团第五研究院研究员、“实践十号”工程总师唐伯昶介绍，作为我国新一代返回式卫星，“实践十号”实现了四大技术飞跃：一是姿态控制采用小发动机作为推进系统的推力器，俗称“热气”，而过去是高压气瓶氮气作为推力工质，俗称“冷气”；二是以与国际接轨的数据管理系统替代原先的程序控制器，使得遥控指令和遥测数据的安排以及改变飞行程序的数据注入都更加灵活；三是增设流体回路的热控分系统，使卫



星回收舱内部的热能有效排到星外，以确保生物样品的温度环境；四是改进轨道设计，将卫星回收区改至内蒙古四子王旗，卫星轨道倾角由 $65^\circ$ 改为 $43^\circ$ ，使回收落区有更好的搜寻回收条件，使回收落点精度满足快速回收的要求。

“以往返回式卫星最多搭载八九项有效载荷，此次‘实践十号’规模扩大了一倍，一共搭载了19项有效载荷。”唐伯昶告诉《科学新闻》。

### 排除万难

自立项以来，“实践十号”克服了经费少、时间紧等多重困难，经过艰苦努力完成了有效载荷正样研制及环境试验，现已交付卫星总体。

“过去空间实验都选用军品级以上的设备，然而由于经费非常紧张，所以我们在经费方面省之又省，工业级甚至商业级产品通过筛选被大量采用。”胡文瑞表示。

摆在“实践十号”团队面前的另一大难题，就是时间的紧迫性。

作为先导专项中启动较晚的第四颗科学卫星，2012年12月31日“实践十号”才正式立项研制。然而，这颗科学卫星仅有40个月左右的研制时间，却将要作为先导系列中的第二颗卫星在明年4月发射。时间之紧可见一斑。

“这颗星在修改返回轨道后，发射窗口定在2016年4月，如果届时不发射就要延至年底。”胡文瑞表示。

因此，为了能按时完成“实践十号”的卫星研制工作，2015年春节期间，多数团队成员都只有一两天的休息时间。有的成员为了外协单位能够按时完成电子产品的研制，整个春节假期就在外地的厂房内度过，每日日报，每周周报，生怕给整个团队“掉链子”。

“此次先导专项的科学卫星研制工作，无论是对科学家还是对工程师的训练，从人才的培养和理念的形成为等诸多方面，都为我国科学卫星事业未来的发展提供了宝贵的经验和积累。”“实践十号”卫星科学应用系统指挥助理苏建宇表示。

此后，“实践十号”将投入到紧张的卫星总体测试阶段。目前，已经完成卫星的总装和电性能测试，随后将在今年9月中旬开始卫星的大型环境试验，包括整星振动试验、噪声试验、真空热试验等，2016年1月底具备卫星出厂的条件，之后运往酒泉卫星发射中心，开展发射场发射和后续飞行测控及卫星回收工作。■

(责编：唐琳)

“实践十号”空间科学实验项目

微重力科学 (10项)	微重力流体物理	蒸发与流体界面效应空间实验
		颗粒介质的运动行为
		微重力沸腾过程中的气泡动力学特征研究
		热毛细对流表面波空间实验研究
		胶体有序排列及新型材料研究
	微重力燃烧	微重力条件下石油组分热扩散特性的研究和Soret系数的测量(中欧合作项目)
		微重力环境中在电流过载下导线绝缘层着火前期烟的析出和烟气流动规律
		微重力下煤颗粒/煤粉燃烧及其污染物生成特性研究
	空间材料科学	典型非金属材料在微重力环境中的着火及燃烧特性研究
	空间生命科学 (9项)	空间辐射生物效应
空间环境诱变的辐射分子生物学分析		
空间辐射对基因组的作用和遗传效应研究		
重力生物效应		空间环境对家蚕胚胎发育的影响与变异机理的研究
		微重力植物生物学效应及其微重力信号转导研究
		微重力下细胞间相互作用的物质运输规律研究
空间生物技术		微重力下光周期诱导高等植物开花的分子机理研究
		空间细胞三维培养与组织构建
		空间条件下克隆来源的胚胎干细胞规模化扩增与定向分化实验研究
		空间骨细胞定向分化效应研究