

# 嫦娥五号归来，创造五项“中国首次”

人类44年来再获月球样品，权威专家解读中国航天里程碑式新跨越

新华社北京12月17日电（记者张泉、彭伟）十年磨剑，载誉归来！17日1时59分，嫦娥五号返回器携带月球样品成功着陆。

过去的23个日夜，嫦娥五号完成了1次对接、6次分离，两种方式采样、5次样品转移，经历了11个重大阶段和关键步骤，环环相扣、丝丝入扣。

嫦娥五号任务圆满成功对我国航天事业发展具有怎样的意义？嫦娥五号带回的月球样品将怎样储存、研究？17日下午举行的国新办发布会上，权威专家第一时间作出解读。

## 五项“中国首次” 中国航天实现里程碑式新跨越

11月24日，长征五号准时升空并成功发射，之后探测器地月转移、近月制动、两两分离、平稳落月、钻表取样、月面起飞、交会对接及样品转移、环月等待、月地转移，今天再入返回、安全着陆，整个工程任务现在转入科学的新阶段。

国家航天局局长、探月工程副总指挥吴艳华说，嫦娥五号任务创造了五项“中国首次”，一是在地外天体的采样与封装；二是地外天体上的点火起飞、精准入轨；三是月球轨道无人交会对接和样品转移；四是携带月球样品以近第二宇宙速度再入返回；五是建立我国月球样品的存储、分析和研究系统。

“此次任务的成功实施，是我国航天事业发展里程碑式的新跨越。”吴艳华说，标志着我国具备了地月往返的能力，实现了“绕、落、回”三步走规划完美收官，为我国未来月球与行星探测奠定了坚实基础。

求索寰宇开新篇。据介绍，以嫦娥五号任务圆满成功为起点，我国探月工程四期和行星探测工程将接续实施。目前，首次火星探测任务“天问一号”正在奔火的征程；嫦娥六号、七号、八号，小行星探测、火星取样返回、木星系探测

新华社北京12月17日电（记者马卓言、成欣）外交部发言人汪文斌17日说，嫦娥五号标志着中国航天向前迈出的一大步，中方愿与世界各国一道，共同为人类和平探索利用外空、推动构建人类命运共同体作出更大贡献。

汪文斌在当日例行记者会上回答相关提问时说，17日凌晨，嫦娥五号结束23天的太空之旅，顺利返回地球，探月工程嫦娥五号任务取得圆满成功。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平致电祝贺。“我们大家都深受鼓舞，倍感振奋。”

汪文斌说，作为中国复杂度最高、技术跨度最大的航天系统工程，嫦娥五号标志着中国航天向前迈出的一大步，将为深化人类对月球成因和太阳系演化历史的科学认知作出贡献。

他说，探月工程嫦娥五号任务得到了包括欧洲航天局、阿根廷、纳米比亚、巴基斯坦在内的相关国家和国际组织的支持和协助，中方对他们表示衷心感谢。

“人类探索太空的步伐永无止境。但‘世上无难事，只要肯攀登’。”汪文斌说，中方愿与世界各国一道，弘扬追逐梦想、勇于探索、协同攻坚、合作共赢的探月精神，共同为人类和平探索利用外空、推动构建人类命运共同体作出更大贡献。

“人类探索太空的步

伐永无止境。但‘世上无难事，只要肯攀登’。”汪文斌说，中方愿与世界各国一道，弘扬追逐梦想、勇于探索、协同攻坚、合作共赢的探月精神，共同为人类和平探索利用外空、推动构建人类命运共同体作出更大贡献。

# 嫦五“挖土”机械臂是“香港设计”

新华社香港12月17日电（记者朱宇轩）17日凌晨，嫦娥五号返回器携带月球样品安全着陆。中国探月工程嫦娥五号任务取得圆满成功，并实现了中国首次月面采样与封装。研发月壤表取采样装置的香港理工大学（以下简称“理大”）科研团队向新华社揭秘，他们如何助力嫦娥五号“挖土”成功。

“满意、激动、开心！”亲眼见证由自己团队研发的表取采样装置提取的月壤样本被成功运回，项目主导人、理大工业及系统工程系讲座教授兼副系主任容启亮说，为见证这一刻，他和团队一直看直播至17日凌晨3时。

从月球“挖土”，并将月壤样本带回，是嫦娥五号的重要任务。理大介绍，嫦娥五



▲12月17日，国务院新闻办公室在北京举行新闻发布会。这是国家航天局副局长、探月工程副总指挥吴艳华（右三）在发布会后与记者交流。 新华社记者金立旺摄

等工程任务也将按计划陆续实施。

## 多项创新支撑 带动我国航天科技整体发展

怎样实现在月球上可靠地采样并封装到真空容器中？如何实现月面起飞并精准入轨？如何确保月球轨道无人交会对接精准完成……

“五个‘中国首次’都是嫦娥五号任务所面临的新挑战。实际上，对整个工程来讲，恐怕还不止这五个方面。”国家航天局探月工程

总设计师胡浩说，作为探月工程三期的嫦娥五号任务，和前期任务比，技术跨度是比较大的。

新研制的3000牛的发动机在到达月球制动和从月面起飞时表现良好；基于视觉的月面采样区快速分析，以及采样、放样、装罐、放罐过程的快速定位，为机械臂快速调整提供支持；对飞行轨道、飞行程序等进行快速设计，支撑任务中可能遇到的天上或者地面的应急情况……

“作为国家重大科技专项，自主创新是我

们的目标，也是我们的主旨。”胡浩说，我们设计了整个一套工程体系，建立了深空测控网，使我们深空测控能够达到全球布局，支撑整个任务的完成。从某种意义上讲，探月工程系统地带动了我国航天科技的整体发展。

吴艳华说，探月工程建设提升了我国深空探测核心能力，培养造就了一支专业化、年轻化、能打硬仗的人才队伍，完善形成了组织实施深空航天工程的系统方法。

## 44年来再获月球样品 鼓励国内外科学家参与研究

伴随着嫦娥五号任务圆满成功，人类44年以来再次获得月球样品，此次月球样品的研究备受关注。

中国科学院国家天文台研究员、探月工程三期副总设计师李春来介绍，嫦娥五号的采样点选择了风暴洋东北角的玄武岩区域，这是全新的采样区域，全新的样品研究，对月球表面的风化作用、火山作用和区域地质背景、区域地质演化方面应该能作出很多科研贡献。

“绝大部分样品会用于科学研究，我们在实验室进行长期的、系统的对月球样品的研究工作，包括它的结构构造、物理特性、化学成分、同位素组成、矿物特点和地质演化方面，希望能够深化我们对月球的起源、演化方面的认识。”李春来说。

月球样品是人类共同的财富。吴艳华说，后续，将依据月球样品及数据管理办法，广泛征集合作方案，鼓励国内外更多科学家参与科学研究，力争获得更多科学成果。

“除了位于北京的中科院国家天文台作为主要存储地点以外，还将在湖南韶山毛主席的故乡进行异地灾备，他提出的‘可上九天揽月’的夙愿实现了。”吴艳华说。

为了控制设备重量，设计团队对热管内部结构进行了优化设计，新研制了微结构热管，不仅质量更

本报记者张建松

12月17日凌晨，嫦娥五号圆满完成我国首次地外天体采样返回任务，返回器携带珍贵的月壤样品，在内蒙古四子王旗预定区域安全着陆。消息传来，中国航天科技集团八院许多彻夜未眠的科技人员欢呼雀跃。“为保证任务顺利完成，我们做了35项故障预案，最后一项都没有用到，这就是最好的结果！”一位科技人员高兴地说。

## “轻装上阵”背后的智能太空服

北京时间12月17日凌晨1时许，北京航天飞行控制中心通过地面测控站，向嫦娥五号轨道器和返回器组合体注入高精度导航参数。此后，轨道器与返回器在距离大西洋海平面高约5000公里处，正常解锁分离，轨道器按计划完成规避机动。

嫦娥五号轨道器由中国航天科技集团八院研制，共配备了39台发动机，分布在舱体的各个位置。在整个任务阶段，轨道器共经历19个飞行阶段、8种飞行姿态及5种不同构型。

在整个任务飞行过程中，轨道器成功经受了太阳、月球和空间的高低温交替考验。温度最低时，达到零下200多摄氏度，最高时达到了1300多摄氏度。轨道器热控系统由八院509所研制。

据509所热控团队主任设计师赵吉喆介绍，为了让轨道器既能节约能源“轻装上阵”，又能应对“时冷时热”的严酷考验，热控团队给轨道器穿上了“智能太空服”，开创性采用了一体轻量化热设计概念、错峰补偿控温策略和二次热防护复合系统。

为了控制设备重量，设计团队对热管内部结构进行了优化设计，新研制了微结构热管，不仅质量更轻，而且传热能力增加达130%。团队还把原本厚度统一的多层隔热组件，改变为“量体裁衣”，让每台设备穿上厚薄不同的“太空服”。

同时，将散热涂层厚度减小了30%，设计了更轻、更薄的柔性散热面，通过采用一体化热设计理念，大大降低了热控设计的重量。

通过大量的仿真试验，热控团队探索出一套“错峰补偿”的控温策略。通过对在轨卫星海量运行数据的挖掘，推断出热控涂层等材料参数的空间影响因素和性能变化规律，建立准确的温度场在轨预测模型。

摸准了每台设备在轨温度特性后，团队“对症下药”。针对每台设备提出热控系统自主管理模式，实现热控系统在近月制动、交会对接等关键阶段的用电高峰期时，加热功耗为零的目标，确保了嫦娥五号有充足的能源完成关键任务。

专家们表示，这些热控的新技术、新理念，不仅成功为嫦娥五号保驾护航，今后还可望应用于遥感、深空探测等更多领域。

## “月轨取件”背后的35项故障预案

在嫦娥五号任务中，轨道器成功完成了地月往返运输、月球轨道交会对接、样品容器转移等重要任务。如果将轨道器比喻为一位首次在月球轨道上成功取件的“太空快递小哥”，这位“小哥”功成名就的背后，是八院研制团队长达十年的辛勤付出。为了保证“小哥”在月球轨道上成功取件，研制团队为它制定了35项故障预案。

据嫦娥五号探测器副总指挥张玉花介绍，为了实现轨道器与上升器“抓得住，抱得紧，转得稳”的既定目标，研究团队曾广泛调研了国内外对接机构的设计。共开展了4种对接方案设计和9种转移方案设计，上升器“推”，轨道器“移”，返回器“拉”各3种，通过多轨方案比较及关键技术攻关，最终确定采用“抱爪式对接机构”，通过增加连杆棘爪式转移机构，实现对接与自动转移功能的一体化。这种设计理念世界首创，对接精度达到毫米级。

据嫦娥五号对接与样品转移分系统副主任设计师刘仲介绍，对接与样品转移分系统分为主动件和被动件两个单机。主动件包含3套抱爪机构和2个转移机构，每套抱爪机构和转移机构均为独立驱动，均含有独立的抱爪驱动机构和转移驱动机构。3套抱爪机构同步工作完成对接任务，2套转移机构同步工作完成样品转移任务。通过周密计算，技术指标一步步分解到单机下属的各个部件。

12月6日，轨道器与上升器在环月轨道上交会对接，按计划在21秒内完成，1秒捕获，10秒校正，10秒锁紧，分秒不差，此后顺利完成样品转移交接。“为保证任务顺利完成，我们做了35项故障预案，结果一项都没有用上，这就是最好的结果！”刘仲高兴地说。

## 成功背后的661次对接和518次样品转移试验

“天上一分钟、地上十年功”。通过嫦娥五号发回的视频，人们看到轨道器与上升器成功对接后，管状的月壤样品容器自动从上升器转移到轨道器。这一过程看似简单，其实也很复杂。

据嫦娥五号探测器副总设计师查学雷介绍，顺利完成样品转移交接，不仅需要对接机构高精度定位，转移工作运动平稳、连续、互不干扰、互相配合，更难的是如何在地面进行月球轨道的技术验证。

为了在地面上开展验证试验，八院805所研制团队构建了整机特性测试台、性能测试台、综合测试台、热真空试验台四大测试系统，通过不断地测试、优化，确保自动对接与样品转移过程的万无一失。

高度自主的对接与样品转移、微重力、弱撞击等复杂的对接初始条件，每一项可靠性验证工作，都汇集了一次次地面试验方法的设计与无数次试验的重复。团队成员一次次在试验中故意加入小故障，让对接机构自动判别，进行故障排除，他们累计共开展了661次对接和518次样品转移试验。

从2009年至2020年，八院805所整整开展了十年的月球轨道交会对接与自动样品转移技术攻关和工程研制。突破了轻小型弱撞击式对接技术、复杂接口自动样品转移技术、对接与转移一体化技术等关键技术，解决了轻量化设计、集成性高、对接精度高的轻小型对接技术，及在多重约束条件下实现大行程物品自动转移等关键技术难题，为我国探月三期任务实施奠定了技术基础，同时填补了我国在轻小型对接机构工程化研究领域的空白。

专家们认为，对接与在轨自动转移功能一体化设计，能够更好的适应深空无人探测和样品采集、转移等任务类型的需求，为我国后续大型卫星近地轨道补给任务，以及其他深空探测任务奠定技术基础，具有重要的战略意义。