

## 2017 年国外载人航天器发展综述

2017 年，全球载人领域共进行了 14 次发射任务，全部成功。其中 4 次载人飞船发射任务，10 次货运飞船发射任务，发射数量与 2016 年相比稍有增长。其中，俄罗斯发射 3 艘“进步”号货运飞船、4 艘“联盟”号载人飞船，美国商业公司成功发射 6 艘货运飞船，太空探索技术(SpaceX)公司实现了运载火箭和飞船的重复使用，再次创下航天史新纪录。

2017 年，载人航天领域稳步发展。重点围绕近地轨道开展空间应用，同时积极推进近地轨道以远的长远规划和系统建设。特朗普新政府执政后，取消了“小行星重定向”(ARM)任务，重启“重返月球”计划，提出发展地月空间，并以载人火星为长远目标持续推进新技术、新系统的研发。任务执行上，美、俄围绕国际空间站开展运营维护。美国主要依靠商业公司的“龙”、“天鹅座”飞船开展货物运输；俄罗斯“联盟”号载人飞船仍承担运送航天员至国际空间站的重任。系统建设和技术研发上，美国持续推进以“猎户座”飞船和“航天发射系统”(SLS)为主的探索系统开发。俄罗斯新一代载人飞船“联邦”号稳步推进，东方发射场建造工作继续，计划 2023—2025 年间进行首次载人发射，2030 年起开展月球探索任务。空间应用方面，重点围绕国际空间站这一在轨平台开展技术开发与验证试验。商业化发展方面，近地轨道商业运输稳步推进，商业公司继续拓展太空旅游市场，新型公私合作伙伴关系得到进一步深化。波音公司、SpaceX 公司持续推进“星际客船”飞船和载人版“龙”飞船的研制工作；波音公司与纳米架

(NanoRacks) 公司将联合研制国际空间站上首个商业气闸装置。此外，以 SpaceX、蓝源公司为代表的商业公司提出涉及月球探测的相关计划。

## 一、各国围绕国际空间站积极开展空间活动

### (一) 俄罗斯“联盟”MS 飞船继续向国际空间站运送航天员

本年度，俄罗斯最新升级版载人飞船“联盟”MS 继续执行将航天员送至国际空间站的任务。俄罗斯国家航天集团公司 (ROSCOSMOS) 计划从 2017 年 4 月直至俄罗斯多功能实验舱启用，国际空间站俄罗斯乘组人员将从 3 人缩减至 2 人，以提高国际空间站俄罗斯舱段的工作效率。本年度，俄罗斯共发射了四艘“联盟”MS 飞船。

北京时间 2017 年 4 月 20 日，“联盟”FG 运载火箭搭载“联盟”MS-04 飞船从哈萨克斯坦的拜科努尔发射场发射升空。本次飞船搭载了俄罗斯航天员费奥多尔·尤尔奇欣和美国航天员杰克·费希尔，这是十年来飞船首次搭载两名航天员前往国际空间站。此次飞船采用的是 6 小时快速交会对接方式，成功与国际空间站的搜索号舱段对接。

北京时间 2017 年 7 月 28 日，“联盟”FG 运载火箭搭载“联盟号”MS-05 飞船从哈萨克斯坦的拜科努尔发射场发射升空。本次飞船搭载了俄罗斯航天员谢尔盖·赖萨斯基、美国航天员兰道夫·布雷斯尼克和欧洲航天员保罗·内斯波利。

北京时间 2017 年 9 月 13 日，“联盟”FG 运载火箭搭载“联盟”MS-06 飞船从哈萨克斯坦的拜科努尔发射场发射升空。本次飞船搭载了俄罗斯航天员亚历山大·米苏尔金、美国航天员马克·范德·黑和约瑟夫·迈克尔。该批考察组将进行 40 多项的航天生物学、生物技术等领域的试验。

北京时间 2017 年 12 月 17 日，“联盟”FG 运载火箭搭载“联盟”MS-07 飞船从哈萨克斯坦的拜科努尔发射场发射升空，飞船采用了传统的两天交会对接方式。

## (二) 俄罗斯发射三艘“进步”MS 货运飞船

本年度俄罗斯继续使用更新版货运飞船“进步号”MS 为国际空间站俄罗斯舱段运送货物，2017 年共发射了三艘“进步”MS 飞船。

北京时间 2017 年 2 月 22 日，“联盟”U 运载火箭搭载“进步”MS-05 飞船从哈萨克斯坦的拜科努尔发射场发射升空，这是“联盟”U 运载火箭最后一次执行发射任务，此次发射后，“联盟”U 运载火箭正式退役，其发射任务将由“联盟”2 和“安加拉”A3 系列的中型运载火箭执行。

北京时间 2017 年 6 月 14 日，根据国际空间站飞行任务计划，“联盟”2-1a 火箭在拜科努尔发射场第 31 号发射台成功搭载“进步”MS-06 货运飞船发射升空。发射后 8 分 48 秒，“进步”飞船同火箭第三级成功分离，计入预计轨道。飞船于 6 月 16 日与国际空间站对接。除标准货物外，“进步”MS-06 上还搭载了纳米卫星，该卫星由俄科罗廖夫能源火箭航天集团专家与库尔斯克西南大学年轻科学家共同研制。

北京时间 2017 年 10 月 14 日，“联盟”2-1a 火箭在拜科努尔发射场成功搭载“进步”MS-07 货运飞船发射升空。“进步”货运飞船将为空间站送去燃料、物资补给和空间站硬件，以供国际空间站运行及生活在空间站内的航天员提供生活支持。此外，飞船还搭载俄罗斯舱段宽带数据传输用户设备的接收模块，全套的接收设备于 2017 年底由俄罗斯航天员轮流出舱进行安装，而设备组件的舱内安装工作于 2018 年 2 月开始。新型接收设备由能源火箭航天集团联合列舍特涅夫信息卫星系统公司等企业共同研制，设备将通过“射线”(Luch)多功能空间中继系统进行工作。安装 Ku

频段宽带通信信道后，国际空间站俄罗斯舱段人员可独立访问高速互联网，包括试验结果、照片和视频等数据的传输速率将显著提升。

### **(三) 国际空间站成为前沿技术的重要在轨试验平台**

作为全球最大的在轨航天器，国际空间站已实现连续有人驻留超过 15 年，已在空间应用领域取得了众多成果，延寿至 2024 年，将为近地空间带来更大发展空间。作为一个独有的技术开发与试验平台，国际空间站将为未来长期的探索任务所需的技术、系统和材料以及地球上使用的新技术提供独一无二的试验条件，试验和发展机器人技术、在轨服务技术、先进通信技术等众多先进技术，推动技术的进步和探索能力的发展。

在开展长期载人深空探索之前，需要在国际空间站上开展大量研究，旨在进一步了解并降低太空飞行对人体健康及工作的影响，如防止骨质疏松和视力退化，同时也针对疾病预防、诊断和治疗的技术进行不断试验。

NASA 和俄罗斯航天国家集团公司目前正在研究方案，商讨是否将国际空间站的运行时间从 2024 年延至 2028 年。此前，国际空间站成员国花费了三年时间最终决定将运行时间从 2020 年延至 2024 年。NASA 专家表示，只要更换老旧的太阳能电池板，并进行适当维修，国际空间站理论上可以持续工作到 2028 年以后。国际空间站是否还将延寿目前尚未确定。

## **二、商业载人航天发展持续推进**

美国对商业公司的培育推动发射服务业和航天器制造业的进一步发展，形成了载人航天服务市场，有助于航天产业化和国家经济发展。近年来，NASA 推行商业航天的意志愈加坚决，涉及领域从近地空间拓展到深空。2017 年，美国继续加大力度，推动

商业载人航天的发展。

## **(一) SpaceX 公司取得重大突破，创造航天史上新纪录**

北京时间 2017 年 2 月 19 日，“猎鹰”9v1.1 全推力型火箭从肯尼迪航天中心的 LC 39A 发射台成功发射，成功将 SpaceX 公司的“龙”货运飞船送入轨道，执行该公司第十次“商业补给服务”(CRS)合同任务(SpX-10)。火箭升空后 8 分 15 秒，第一级返回大气层，成功在陆上着陆场实现软着陆。这是太空探索技术公司首次在白天完成陆上回收火箭，第三次陆上回收，以及第八次完成火箭回收。本次任务是 SpaceX 公司首次启用肯尼迪航天中心的 39A 发射台，重新启用尘封多年的发射台是 SpaceX 公司的里程碑事件，具有重大意义。但本次任务一波三折，发射原定于北京时间 2017 年 2 月 18 日进行，但因为二级火箭推力矢量控制系统故障，任务推迟一天。北京时间 2 月 22 日，由于导航系统出现故障，飞船计算机系统识别到关于国际空间站的错误数值，自动中止交会对接操作。这是“龙”货运飞船首次在交会对接阶段出现故障。北京时间 23 日，飞船再尝试与国际空间站对接取得成功。

北京时间 2017 年 6 月 4 日，SpaceX 公司的“猎鹰”9 火箭从位于佛罗里达州肯尼迪航天中心的 LC 39A 发射台发射升空，成功将“龙”飞船送入初始目标轨道，执行第十一次“商业补给服务”合同任务(SpX-11)。执行本次任务的“龙”飞船曾于 2014 年 9 月发射升空，与国际空间站对接停留 34 天后返回地球，降落太平洋。本次飞船携带重要的补给与试验材料，支持 250 多项在轨科学研究试验。空间站乘组将在轨完成“幼苗生长-3”实验、“高级胶体实验-温度-6”实验、“先进微重力燃烧实验”等，分别研究植物光感应与重力感应的基本机制，胶体在凝胶和乳霜的微观动态，燃油效率提高及燃烧污染物减少的方法。本次任务的成功标志着航天史上首次实现货运飞船加压舱重复使用，也是人类航天史上首次

发射重复使用的飞船，具有极为重大的意义。

北京时间 2017 年 12 月 15 日，SpaceX 公司的“猎鹰”9 火箭从位于卡纳维拉尔角的空军基地的 L 40 发射台发射升空，成功将“龙”飞船送入初始目标轨道，执行第十三次“商业补给服务”合同任务(SpX-13)。本次发射使用的火箭第一级和飞船增压舱均是重复使用的，所用火箭第一级曾是用来发射“龙”CRS-11 的火箭，本次任务的成功执行让 SpaceX 公司的箭船复用工作再向前迈进一步。

## **(二) 轨道 ATK 公司“天鹅座”飞船成功执行两次正式合同任务**

北京时间 2017 年 4 月 18 日，联合发射联盟(ULA)的“宇宙神”5 火箭于在卡纳维拉尔角发射基地成功发射，并将“天鹅座”飞船成功发射入轨，飞船在 4 月 22 日与国际空间站对接，向其运送货物，包括物资、飞行器硬件和科学试验载荷等。此次运送的科学试验有效载荷包括“高级植被栖息地”零重力温室，用于生物科学试验，研究航天员未来长期在轨种植补给食物的可行性。而国际空间站微重力环境还将助抗癌药物的试验研究。此次“天鹅座”还携带 38 颗立方体卫星，其中 28 颗来自欧洲 QB50 地球热层研究卫星项目。“天鹅座”的成功发射将进一步推动国际空间站空间科学试验的进程。“天鹅座”与空间站分离后，进行了为期一周的自由飞行，释放了 28 颗 QB50 立方体卫星，并开展烟火试验，以探讨如何提高飞船乘员的安全。本次“天鹅座”飞船起飞质量为 7229 千克，其中有效载荷重量为 3495 千克，包括 954 千克的人员补给、1215 千克的空间站系统硬件以及 940 千克的科学应用设备，是目前为止商业货运任务中单次运输质量最大的一次。

北京时间 2017 年 11 月 12 日，轨道 ATK 公司的“安塔瑞斯”(Antares)火箭从位于美国弗吉尼亚州的瓦勒普斯飞行中心发射场点火起飞，成功发射该公司“天鹅座”飞船的第八次“商业补给服

务”合同任务。11 月 14 日，飞船飞行 45 小时后抵达国际空间站，创造了“天鹅座”飞船从发射到交会的最短飞行时间记录。飞船共向空间站运送了 3500 千克货物，包括 860 千克科学试验和新技术验证设备，以及供站上乘员使用的补给品。

### （三）商业公司持续推进相关项目的发展

特朗普上台后多次强调要大力发展公私合作关系。在近地轨道载人航天领域将大力发展与私营公司的商业航天合作，在近地轨道以远的深空探索领域也寻求合作可能性。进一步推进“政府主导，私营公司参与”的载人航天发展模式，使得探索主体多元化。

近地轨道商业货物方面，SpaceX 公司、轨道 ATK 公司实现近地轨道货物运输常态化，内华达山脉公司正在追赶。此外，SpaceX、轨道 ATK 和内华达山脉公司将从 2019 年起分别用“龙”飞船、“天鹅座”飞船和“追梦者”太空飞机为国际空间站提供货物补给。近地轨道商业乘员运输方面，波音公司、SpaceX 公司有望近期实现近地轨道商业乘员运输。2017 年 11 月 11 日，“追梦者”太空飞机试验样机在美国加利福尼亚州爱德华空军基地成功完成滑翔试验。此次滑翔试验是该公司商业乘员协议中的重要里程碑，将支撑该公司按照 2016 年获得的 NASA 第二轮“商业补给服务”合同研制货运型号太空飞机的工作。“追梦者”货运系统的首飞预定于 2020 年进行，在 2024 年前最少进行 6 次飞行任务。波音公司的“星际客船”(Starliner)项目主管表示，“星际客船”目前正处于飞行硬件广泛开发和多种运载系统测试阶段，计划于 2018 年第三季度进行非载人试验飞行，如果测试结果良好，则计划于 2018 年第四季度进行载人飞行测试，一旦“星际客船”完成了飞行测试并获得 NASA 认可，波音公司将获得一份 6 次飞行任务合同，为 NASA 向国际空间站输送航天员。

此外，围绕国际空间站开展了商业搭载和小卫星释放等空间

应用活动，进一步发展新型商业模式。2017年2月，纳米架公司与波音公司签署协议，将共建国际空间站的首个商业气闸舱。2017年7月7日，国际空间站日本希望号实验舱通过小行星释放机构(J-SSOD)释放了5颗1U立方体小卫星。这些卫星同属于BIRDS联合多国项目(Joint Global Multi Nation BIRDS)，即日本九州工业大学与亚洲、非洲国家合作进行的小卫星研制项目，目的是加强日本与这些国家在航天领域的合作和提高日本的国际影响力。

太空旅游方面，2017年12月12日，“新谢帕德”亚轨道飞行器新型号首次试飞取得成功。此次“新谢帕德”使用的新一代火箭和2.0版载人舱，蓝源公司计划利用“新谢帕德”开展亚轨道旅游，时间暂定为2019年。

### 三、以月球为下一步发展目标，积极推进新型载人航天器系统发展

2017年10月5日，美国副总统麦克·彭斯发表题为《迈向新疆域：国家航天委员会的一个重点》的演讲，宣布美国将重启登月计划并建立永久性月球基地。12月11日，特朗普总统签署了备忘录，正式重启了“重返月球”计划。至此，美国的载人航天发展走向基本明朗，新政府将更多的目光聚焦到深空探索、人航天和商业化发展。特朗普新政府的上台，对美国现有的航天政策进行了重大调整，将产生深远影响，进而可能影响全球其他各国航天政策的走向。未来美国将以月球为下一步目标，火星为长远目标，持续推动能力建设，保证其核心能力发展，不断推进新系统的研发。

#### (一) 持续推进“猎户座”多用途乘员飞行器(MPCV)

2017年，“猎户座”飞船的关键技术相关测试稳步推进，但仍存在待解决的问题。负责“猎户座”飞船项目的工程师对“猎户座”

的一些关键安全系统开始进行一系列重要测试。轨道 ATK 公司在犹他州普罗蒙特利的试验场对“猎户座”飞船发射中止系统(LAS)的中止引擎进行了时长 5 秒钟的点火测试。尽管相关数据分析尚未结束,但此次测试已经证明在紧急情况下中止引擎能够在毫秒之间点火启动,并能在高温条件下正常运转。6 月 14 日,在亚利桑那州尤马的美军测试基地进行的测试中,“猎户座”仿制舱体从波音 C-17 运输机上被投下,以测试“猎户座”仅展开三个主降落伞时整个降落伞系统的运行效果。此次测试评估了降落伞在低空低动压环境下的性能。此外,“猎户座”团队还对升级版的船员舱直立系统进行了测试。在之前的 EM-1 测试过程中,气囊未能完成正常充气,之后工程师改进了气囊设计,便有了升级版的气囊。本次在约翰逊航天中心的中性浮力实验室共进行了 8 项测试,评估气囊在正常情况与意外情况下的充气效果,以此验证计算机模型的准确性。针对载人的 EM-2 任务,NASA 面临的主要挑战之一就是确保“猎户座”座舱环控生保系统正常运转。NASA 正在国际空间站上和地面实验室中测试该系统组件,部分组件将在 EM-1 中试飞,完整系统的首次试飞将在 EM-2 中进行。NASA 选定了最初 24 小时飞船在大椭圆轨道上运行的任务方案,以检验环控生保系统和其他系统。总的来说,“猎户座”飞船整体上还是按照计划稳步推进相关测试和试验等工作。

## (二) 俄罗斯新型载人飞船持续推进研制工作

俄罗斯能源火箭航天集团下属机械制造试验厂计划于 2019 年 1 月之前建成升级系列载人“联盟”MS 型飞船,研制经费为 23 亿卢布。飞船承包商机械制造试验厂负责飞船舱段的研制、组装,并负责在控制测试站对飞船进行测试,最终交付飞船。新飞船将于 2019 年 1 月之前完成建造。

此外,俄罗斯也在稳步推进新一代载人飞船“联邦”号飞船的研制工作。2017 年 3 月,俄罗斯载人航天领域总设计师叶甫盖·

米克林在接受采访时表示，主要用于载人登月的“联邦”号飞船计划于 2021 年进行首次自主无人飞行试验，届时将搭乘“费奥尔多”机器人，“联邦”号飞船的首次载人飞行任务计划于 2023 年实现。

## 五、结语

2017 年，载人航天发射数量有所增长，也取得了突破性的成就。主要航天大国仍将载人航天作为国家重要战略而持续投入，近地轨道载人航天技术发展成熟，各国围绕国际空间站开展全面应用，面向近地轨道以远的月球、火星等目标探索的相关先进技术、系统研发持续推进。美国以保持和巩固全球领导地位为目标，锁定月球，发展地月空间，并以火星为长远目标，不断开展新系统、新技术的研发，同时积极探索商业化运营模式，将初步成熟的近地轨道载人航天活动推向市场，积极调动商业力量服务载人航天发展；俄罗斯为巩固载人航天的优势地位，明确载人航天长远发展思路和重点，包括继续运营空间站，研制新一代载人飞船、计划实施载人登月项目，并提出国际月球轨道站构想；欧洲和日本通过国际合作发展本国载人航天。