

2018 年国外载人航天发展综述

摘要：2018 年全球围绕近地轨道开发与深空探索继续开展载人航天活动。月球已经成为人类探索火星之前唯一的目的地。通过梳理战略与政策、载人航天系统、国际空间站、商业航天、深空探测等领域的进展，全景展示了世界载人航天在 2018 年取得的主要成绩，同时展望了 2019 年载人航天领域将要发生的一些重要事件，为我国载人航天发展提供借鉴和参考。

2018 年世界载人航天继续快速发展。美国通过发布战略计划与预算等形式，明确未来载人深空探索与近地轨道发展方向与重点；俄罗斯不断调整载人航天发展计划，继续朝向载人登陆月球的目标不断前进；越来越多的国家如印度等积极参与到载人航天发展中，希望借此推动经济转型、提升国家整体地位与国民自豪感；新型运载火箭与飞船研制步伐加快，美国猎鹰重型运载火箭实现首飞，俄罗斯批准新型重型运载火箭的研制，将帮助实现未来的载人深空探索；国际空间站迎来 20 周年生日，但先后遭遇飞船泄漏与火箭发射失败等挫折；美国选拔出首批商业航天员，有望 2019 年实现商业载人运输飞行；月球轨道空间站成为各方关注热点，将成为下一个国际合作的平台。

一、战略与政策

2018 年，美国、俄罗斯进一步明确未来探索月球与火星的发

展目标与路径，作为第一集团继续领跑国际载人航天发展；日本与欧洲等第二集团继续通过国际合作，发展载人航天；以印度、阿拉伯联合酋长国、土耳其等国为代表，越来越多的国家投身载人航天发展之中。

在特朗普 2017 年 12 月确立载人重返月球目标之后，美国 2018 年通过发布战略文件与预算等形式进一步落实与细化该目标，明确未来深空探索与近地轨道开发的重点、方式及途径等。NASA 于 2 月发布《2018 NASA 战略规划》，明确 2018—2021 年 NASA 的优先发展方向是深空探索，将上一版战略规划中探索小行星的目标修改为重返月球，并强调近地轨道开发将交给商业力量完成。随后 NASA 的 2019 财年预算中新增用于开发月球轨道空间站以及商业载荷登月的经费，同时提出从 2025 年起美国政府不再为国际空间站运行投入经费，改由商业运行。NASA 于 9 月又发布《国际太空探索活动报告》，再次强调从近地轨道到重返月球、最终登陆火星的载人探索路线图。NASA 通过上述活动，旨在进一步凝聚国内与国际共识，同时集中有限的资源实施载人登月，实现 2024 年载人重返月球轨道、2028 年载人重返月球表面的目标，以确保载人航天领域的国际领导权，并提高美国经济的竞争力。

俄罗斯总统普京于 2018 年 5 月任命原副总理罗戈津担任俄国家航天集团公司总经理，希望通过为俄航天领域注入新思想，实现俄罗斯航天工业特别是载人航天的快速发展。罗戈津上任后，面对国内外最新形势，积极调整俄载人航天发展目标与重点，不仅要求对《2016—2025 年俄罗斯联邦航天计划》进行调整，而且要求在 12 月制定完成 2035 年前载人航天发展计划以及确保完成该计划的航天技术发展路线图，对于俄罗斯未来载人航天发展方向，普京 4 月公开表示，将继续推进俄罗斯的月球探索项目，重点研发联邦号飞船与重型运载火箭。尽管受限于国内经济的发展，俄

罗斯载人航天发展面临较大压力，但仍积极与美国、中国、欧洲合作，借助外部力量推动本国载人航天发展。

日本于 3 月发布第四版 JAXA《中长期发展目标》和《中长期发展计划》，以指导 2018—2025 年政府航天航空事业发展。对于载人航天发展，该计划明确提出实施载人登月计划与探索火星和水星，以实现空间科学与探索技术达到世界领先水平。日本 2019 财年载人航天预算约 5 亿美元，较 2018 财年增长 23%，投资重点包括维持国际空间站货运飞船 (HTV) 与日本希望号实验舱及研发下一代货运飞船 (HTV-X) 项目。

此外，越来越多的国家将目光投向载人航天，希望借此提升国家地位与促进经济发展。印度总理莫迪 2018 年 8 月 15 日宣布，启动“天舟”计划，以在 2022 年之前进行首次载人航天飞行，届时印度将成为继俄罗斯、美国、中国之后，第四个具备独立载人航天能力的国家。土耳其总统埃尔多安 6 月宣布，将投资 60 亿美元将本国航天员送入太空；并于 12 月成立土耳其航天局，负责发展土耳其的民用航天及载人航天。阿联酋在 9 月将两名候选航天员送至俄罗斯进行训练，为 2019 年进入太空做准备的同时，10 月又分别与美国、法国签署航天合作协议，开展载人航天计划，希望通过发展航天及载人航天推动国家发展与经济转型。

此外，由美、俄、中、欧等 14 个国家与地区航天机构组成的国际太空探索协调小组 (ISECG) 于 2 月发布新版“全球探索路线图”。该路线图重申了 14 个航天机构将人类存在扩展到太阳系，以登陆火星为共同目标；并达成共识即通过月球实现登陆火星，强调各方通过各种合作，以国际空间站为起点，完成前往地月空间、月球表面和火星的空间探索任务。尽管该路线图不具备法律效力，但这反映出各方已经对于未来深空探索的方向与重点达成一致意见，即通过月球最终实现登陆火星的远景目标。

二、主要载人航天系统

2018 年，新型运载火箭与飞船的研发继续稳步推进，新一代航天员选拔顺利开展，发射场建设也取得新成果，为未来的登月和火星探索提供支撑。

1. 重型运载火箭稳步发展

重型运载火箭是实现载人登月、探火及月球基地开发的前提与基础，因此美俄都在不遗余力地大力发展重型运载火箭。

NASA 航天发射系统首飞火箭芯级的 5 个主要部段正在进行最后的装配，其中前裙和箱间段已经完成了组装，氧箱和氢箱的组装工作即将完成；级间段正在马歇尔航天飞行中心进行最后的装配；2 枚五段式固体助推器（共计 10 个发动机部段），在 2018 年年底前全部完成，力争在 2020 年实现航天发射系统的首飞，以执行“探索任务-1”（EM-1）。

尽管面临较大的经济压力，但俄罗斯已然启动新型重型运载火箭的研制。俄罗斯总统普京 2018 年 1 月签署命令，开始研制近地轨道的运载能力达到 70 吨的重型运载火箭。俄罗斯国家航天集团公司于 8 月拟定重型运载火箭的联邦专项规划，计划为此投资 228 亿美元；12 月，俄罗斯召开两次专家讨论会研究确定重型火箭设计方案，2019 年 1 月，该火箭被正式命名为“叶尼塞”，将于 2028 年首飞，届时该火箭将用于俄罗斯的载人登月计划以及登陆火星。

2. 新一代飞船进展顺利

由欧洲空客防务及航天公司生产的欧洲服务舱于 2018 年 11 月运抵肯尼迪航天中心，这标志着执行“探索任务-1”任务的猎户座飞船将完成最后的组装工作。由于欧洲服务舱的一再拖延，导致“探索任务-1”任务一再延迟。运抵美国后，欧洲服务舱将与早已运抵那里的猎户座飞船的乘员舱进行对接、组装，然后再开展

一系列测试，以确保 2020 年进行“探索任务-1”的发射。

俄罗斯新一代联邦号载人飞船样机 2018 年 4 月完成风洞模拟试验，以研究在超声速及高超声速气流中，飞船表面的压力及热量分布情况；8 月又开始进行人机交互系统测试，以评估船载人机交互系统性能。人机交互系统测试持续到 2018 年年底，届时专家们还将完成新型飞船的飞行路线设计工作，包括从分离到对接以及后续变轨飞往月球等。联邦号飞船将用于俄罗斯执行近地轨道及月球的载人和货运任务，最多可搭载 4~6 人，可在轨自主飞行近 30 天，也可停靠在空间站上在轨驻留近一年的时间。

3. 俄罗斯选拔出新一批航天员

俄罗斯航天员选拔委员会 8 月对外公布 2017—2018 年度航天员最终选拔结果，经过 1 年半的公开选拔，最终从 420 位申请人中选拔出 8 名候选人。随后，8 名候选航天员从 9 月起开始在加加林航天员训练中心完成为期 2 年的集中“选拔”训练任务，通过所有训练科目和考试后，才能正式加入俄罗斯职业航天员队伍。此次选拔出的航天员未来将执行国际空间站任务和新一代载人飞船联邦号的飞行任务，他们很可能会成为俄罗斯的第一批飞月者。

4. 美俄航天发射场继续加紧建设

美国肯尼迪航天中心在 2018 年针对航天发射系统火箭首飞任务的地面发射设施的适应性改造工程和测试工作进展顺利，先后完成 39B 发射台新型主导流器的建造、履带运输车至 39B 发射台的系统匹配测试、活动发射平台 (ML-1) 的乘员臂测试、ML-1 脐带设施的安装与测试、ML-1 从垂直总装厂房至 39B 发射台的往返行驶以及系统与发射台的匹配性测试、SLS 火箭与猎户座飞船发射倒计时首次模拟综合测试等，同时确定了火箭与飞船的地面操作与发射方案，这就为火箭和飞船在 2019 年各项装配、测试以及进入最后发射阶段奠定了良好基础。

俄罗斯 8 月启动东方航天发射场的第二阶段建造工作。第二阶段的建造工程包括安加拉系列运载火箭的发射台，涉及发射台主体、燃料塔、运输装置、加注与消防系统以及其他配套设施设备。未来还将在东方发射场建设重型运载火箭发射台，用于发射执行探月与探火任务的重型运载火箭。

三、国际空间站

2018 年，各国共向国际空间站发射 10 艘飞船，其中 3 次载人任务(1 次载人发射任务失败)，7 次货运任务；共完成空间碎片清除、生成“玻色-爱因斯坦凝聚物”等数十项科学实验任务。但是国际空间站在 2018 年也遭遇多次事故，对国际空间站的正常运转造成冲击；同时，国际空间站在 2024 年之后的运营也存在一定争议。

1. 国际空间站开建 20 周年

1998 年 11 月 20 日，国际空间站第一个舱段——曙光号舱段搭乘俄罗斯质子火箭升空，标志着这一人类历史上最大、最复杂的空间实验室建设启动。经过 20 年的发展，国际空间站共迎来 230 多人次到访，先后完成 100 多个国家的 2500 多项任务(截至 2018 年 11 月 20 日)。

2. 国际空间站遭遇飞船泄漏与载人发射任务失败

2018 年 8 月 30 日，国际空间站出现气体泄漏，舱压下降。经检查，与空间站对接的联盟 MS-09 飞船上发现钻孔。目前事故原因还在调查中。虽然上述两项事故没有给国际空间站运行造成严重破坏，但还是冲击了国际空间站的正常科学任务安排，造成了大量实验任务的推迟和取消。

2018 年 10 月，携带联盟 MS-10 载人飞船的联盟 FG 火箭从哈萨克斯坦拜科努尔发射场发射，火箭起飞约 117 秒后发生故障，逃逸发动机启动将联盟 MS-10 载人飞船与火箭分离，随后飞船

利用降落伞降落地面，两名航天员安全返回，这是首次火箭发射过程中航天员利用逃逸设备从发射事故中安全逃逸。经过调查，俄罗斯宣布联盟 FG 火箭在发射时，其中一枚助推器未能正常分离，与芯级贮箱相撞；助推器未能正常分离的原因是，分离接触传感器顶杆形变致使助推器氧箱侧推喷管盖未打开；而传感器顶杆形变是火箭在拜科努尔发射场组装时产生的。随后联盟 FG 火箭于 11 月 16 日完成货运任务，12 月 3 日完成载人运输任务，在不到 2 个月的时间内恢复载人运输能力，将对国际空间站的影响降到了最低。

3. 国际空间站商业化运营面临挑战

NASA 的 2019 财年预算中，明确提出美国联邦政府从 2025 年起将不再为国际空间站进行拨款，国际空间站考虑交由商业公司运营。虽然有消息称俄罗斯的 S7 集团和美国的波音公司可能在 2024 年以后联手接管国际空间站，但美国朝野上下对商业化运营国际空间站还存在质疑。

此外，国际空间站项目参与方 2017 年已经同意将国际空间站的运行延长到 2024 年，而将国际空间站延寿至 2028 年的决定将在 2020 年做出。不过，据俄罗斯科学院生物医学研究所副所长科托沃 9 月透露，NASA 已经提出建议将国际空间站的使用寿命延长至 2030 年，并已经启动相关工作。

四、商业航天

SpaceX 公司的猎鹰重型运载火箭首飞成功，成为现役最强大火箭；近地商业货运能力日臻成熟，重复使用能力更强的 BLOCK 5 型猎鹰 9 实现首飞与重复使用；商业载人运输能力取得重大进展，波音公司的星际客船和 SpaceX 公司的载人型龙飞船完成所有测试，为 2019 年的首飞做好准备。

1. 重复使用技术进一步成熟

2018 年 SpaceX 公司完成 21 次发射，其中 11 次任务使用回收的火箭，重复使用率超过 50%。此外，SpaceX 公司的猎鹰重型运载火箭于 2 月成功首飞，将搭载的特斯拉跑车送入环日轨道，火箭的 2 个助推器成功实现地面回收。猎鹰重型近地轨道运载能力达到 63.8 吨，是此前世界现役最大火箭德尔它 4H 的 2 倍多。该火箭采用通用化设计、成熟的发动机技术以及可重复使用火箭技术，有效降低了研制成本和研制周期，有望为商业航天发射市场带来新变革。在大运载型航天发射系统启用之前，猎鹰重型运载火箭将能填补美国深空探索任务对重型运载火箭的需求。

此外，SpaceX 公司 BLOCK 5 型猎鹰 9 火箭研制成功，完成首飞与重复使用，该型火箭最大的改进就是更加便于重复使用，其最短发射间隔可缩为 24 小时，回收后不进行大的整修可重复使用 10 次以上。此外，SpaceX 公司还在研究利用降落伞+捕获网方案实现整流罩回收，不仅可进一步降低发射成本，还能提高火箭的发射频率。受 SpaceX 公司成功复用火箭的鼓舞，不仅美国的公司积极研发火箭重复技术，俄罗斯也在考虑应用火箭重复使用技术。俄罗斯官员表示，俄罗斯未来的重型运载火箭也将考虑重复使用，希望能够掌握火箭复用技术，降低火箭制造成本，以降低深空探索的成本，并赢得未来的发射市场。

2. 商业载人运输能力取得重大进展

在近地轨道商业货运能力比较成熟的基础上，美国的商业载人运输能力取得进展，NASA 于 8 月公布商业载人航天项目首批任务乘组名单，这意味着美国新一代载人飞船即将进入真人实测阶段。NASA 局长布莱登斯汀称，此举标志着即将实现用美国火箭从美国本土发射载有美国航天员的飞船。自 2011 年航天飞机退役后，美国载人航天全部依赖于俄罗斯飞船，经济成本高昂，且面临一定战略风险。而于 2019 年实现商业载人运输能力，无疑可以

解决上述问题。SpaceX 公司的“加注后即射”方案已经获得批准，载人型龙飞船完成热真空测试，已经运抵发射场进行最后的发射前准备；用于发射该飞船的猎鹰 9 火箭已经完成静态点火测试，即将于 2019 年完成首次无人试验飞行、首次载人飞行以及首次国际空间站载人飞行。

3. 商业航天能力继续向深空拓展

由于航天发射系统进度延迟以及商业火箭能力的快速发展，在近地轨道运输全部交由商业运行之后，NASA 又于 10 月发布征询书，考虑为月球轨道平台-门户 (LOP-G) 购买 3 次商业货运服务，分别于 2024 年将一个机械臂以及两个后勤舱运抵月球轨道空间站。此外，月球轨道平台-门户的首个舱段——能源与动力舱也将由商业火箭运抵预定的月球轨道。在政府能力不足的情况下，美国商业载人航天能力不仅在近地轨道发挥作用，而且扩展到了深空领域，这将彻底改变目前“载人航天政府包办”的模式，形成新的公私合作模式，这将帮助美国以较低成本尽快实现重返月球的计划，并实现长期存在和月球资源开发。

此外，SpaceX 于 9 月公布将使用巨型猎鹰火箭执行绕月飞行任务。该任务是一次商业深空旅游任务，将搭载数名日本乘客于 2023 年完成为期 6 天的绕月飞行计划。

五、深空探索

美国将重返月球确定为深空探索目标之后，月球成为探索火星的唯一路径，月球轨道空间站成为各方关注的重点，无人深空探测热度不减。

1. 月球轨道空间站备受各方关注

由于月球轨道空间站可以更便于实现载人登月，因此美国的月球轨道平台-门户 (LOP-G) 一经提出就成为各方关注的焦点。NASA 于 8 月公布 LOP-G 高月球轨道载人空间站的发射、装配与

运营的方案。LOP-G 由推进与动力舱、乘员居住舱、舱外活动气闸舱、物资保障舱、欧洲系统舱段和美国公用设备舱段等组成，总居住空间可达 125 立方米。NASA 将从 2022 年起陆续发射 LOP-G 的各个舱段，预计航天员 2024 年将登上该空间站。与国际空间站由美俄主导、各方参与不同，LOP-G 将完全由美国主导，其他参与方俄罗斯、日本与欧洲等也必须按照美国的技术标准建造其余的舱段。

为配合 LOP-G 月球空间站，洛克希德·马丁公司 10 月公布可重复使用载人级月球着陆器概念。该着陆器可在 LOP-G 和月面间往返运行，向月球表面运送 4 名航天员和 1 吨货物，在月面停留 2 周。

2. 无人深空探测热度不减

除月球外，各航天机构还针对火星、水星、木星等太阳系行星实施或启动无人探索项目。美国的洞察号火星探测器于 5 月发射，作为首个探索火星深层表面下的探测器，洞察号火星探测器将通过“聆听”火星地震的方式研究火星内部。美国 8 月发射帕克太阳探测器，该探测器是首个飞进太阳日冕进行探测的航天器，其科学目的是研究日冕，从而对可能影响人类日常生活的空间天气进行预警。欧日首个水星探测器贝皮-科伦坡 10 月在法属圭亚那库鲁航天中心发射升空。该探测器是欧洲与日本合作开展的大型科学探测器，将欧洲的“水星行星轨道器”和日本宇宙航空研究开发机构的“水星磁气圈轨道器”投入到水星周围的轨道上，分别对水星的磁场、磁层、大气以及地表进行全面的科学探测。

六、结语

2018 年，越来越多的国家积极发展载人航天，希望借此促进技术发展、拉动经济与提高国际地位。猎鹰重型火箭实现首飞，俄罗斯启动超重型运载火箭研制，为未来的深空探索提供更多的

可能；国际空间站遭遇多次事故，商业化前景仍面临较大挑战；商业航天进一步成熟，将实现从货物运输向载人任务拓展、从近地轨道向月球轨道拓展；月球轨道空间站成为各方关注的热点，无人深空探测热度不减。展望 2019 年，美国的龙飞船和星际客车将完成首次商业载人飞行，美国从此将再次拥有本土运输航天员进入空间的能力；俄罗斯将完成十年规划的调整及重型火箭的设计工作，以更加务实的态度发展载人航天；月球轨道空间站的能源与动力舱将选定承包商，推动实现载人重返月球的目标，世界载人航天将呈现出更加快速发展的局面。

(军事科学信息研究中心)