

2016 国外载人航天发展综合分析

2016 年是世界载人航天 55 周年，人类在空间探索的梦想中持续前行。国外主要航天国家仍将载人航天作为国家重要战略而持续投入，新型运载火箭、飞船等主要系统研制步伐加快，各国围绕国际空间站开展全面应用，面向低地轨道以远的月球、小行星、火星等目标探索活动持续推进。

一、航天战略与规划

2016 年，美国继续以载人火星探测为长远发展目标推进载人航天活动和探索技术。NASA 于 2 月公布的 2017 财年预算为载人航天投资 84.1 亿美元，主要用于研发登陆火星的未来航天系统以及维持目前的低地球轨道载人空间活动；为落实 2015 年推出的《NASA 技术发展路线图》，NASA 还启动多项技术研发计划，重点研发登陆火星所需要的各项技术。美国一直将载人航天发展作为国家发展战略的关键组成部分，财政上的持续投入，技术上的不断创新，确保了美国载人航天能力的提升和世界领先地位。

俄罗斯则进一步明确了月球作为其载人航天发展的长远目标。3 月，几经修改最终批准的《2016—2025 年俄罗斯联邦航天规划》（简称《十年规划》），明确提出了 2030 年前要实现载人登月与 2024 年后独立建设空间站的目标。由于目前俄经济状况不好，最终版《十年规划》比最初版大幅缩水，预算总额从最初的 2 万亿卢布削减到 1.4 万亿卢布（约 236 亿美元），导致俄未来 10 年航天特别是载人航天计划大幅瘦身，载人登月的时间也不得不从最初计

划的 2025 年推迟到 2030 年前。俄罗斯一直将航天作为其重振大国地位的重要手段之一，因此十分重视航天及载人航天的发展，为此制定了雄心勃勃的《十年规划》，尽管由于经济拖累不得不进行削减和调整，但确保其在国际上载人航天优势地位的决心并没有动摇。

欧、日继续通过合作方式推进载人航天发展。欧洲 10 月发布新版《欧洲航天战略》，提出继续参与国际空间站工作；在 12 月举行的欧洲部长级会议上，欧洲航天局局长强调在航天 4.0 时代实现欧洲航天一体化发展思路，提出“月球村”概念，即通过全球联合方式开展月球探测。日本 3 月发布的《宇宙基本计划》修订版中提出，继续参与国际空间站建设，用于执行货运补给的新型飞船 HTV-X 将于 2020 年首次发射。尽管由于技术与经费的限制，欧洲、日本等不具备独立的载人航天能力，但仍重视载人航天的发展，积极参与国际载人航天合作。

二、载人航天系统

2016 年，新型运载火箭、新型飞船研发与发射场建设取得新的成果，航天员系统研究也取得新的突破，这些都为未来载人探索由低地球轨道迈向月球以远奠定了坚实的基础。

（一）重型运载火箭研发持续推进

重型运载火箭是航天国家进入空间能力的基础，也是实现载人登陆月球、甚至火星的首要前提。作为美国载人航天领域的重点项目，重型运载火箭——航天发射系统(SLS)2016 年取得多项进展，先后完成五段式固体助推器的第二次地面鉴定试车，以及芯级发动机 RS-25 的多次静态点火试验，为 SLS 火箭在 2018 年 8 月的首飞做好准备。俄罗斯则宣布将花费 5~7 年时间研制低地球轨道运载能力达 120~160 吨的新型重型运载火箭，从而为俄罗斯建立月球基地铺平道路。

现役运载火箭 2016 年既有亮点也有挫折。美国“安塔瑞斯”火箭自 2014 年发射失败后于 2016 年 10 月成功复飞，将“天鹅座”飞船送往国际空间站。而俄罗斯“联盟”U 运载火箭在 12 月执行货运任务时，由于液氧涡轮泵点火破裂，引起火箭二子级发动机被毁，导致任务失败。

(二) 新型飞船研制进展明显

美、俄积极研发新型飞船，以用于未来的载人深空探测。NASA 完成“猎户座”压力舱的焊接工作，在安装航电设备及系统后将与 SLS 重型火箭进行集成。俄罗斯正在研制的新一代载人飞船“联邦”号将取代现役的“联盟”号执行低地球轨道和载人登月任务。此外，新型大运载能力的货运飞船处于方案设计阶段。

(三) 航天员完成一年期驻站任务

2016 年 3 月，国际空间站上的航天员还完成了一年期驻站任务，这是国际空间站建设以来航天员连续飞行时间最长的一次任务，旨在更好地了解长期空间飞行对人体的影响，为将要到来的载人小行星和火星任务提供数据和参考。

此外，2016 年俄罗斯东方发射场一期项目已接近尾声并完成了首次发射，标志着俄罗斯新建的本土航天发射场已具备实际发射能力，可摆脱对位于哈萨克斯坦的拜科努尔航天发射场的严重依赖，并获得低纬地区发射优势，是俄境内最具潜力的月球和火星探测器发射地点，这将有助于俄未来载人月球任务的实施。

三、国际空间站应用

继美国、俄罗斯、日本、加拿大之后，2016 年欧洲航天局也批准了国际空间站的延寿，这样国际空间站将继续在轨运营到 2024 年，将使其应用潜力实现最大化，并为未来的载人深空探测

提供经验和技術准备。

(一) 完成多项在轨测试和科学实验

2016 年，国际空间站共接纳 7 艘无人货运飞船和 4 艘载人飞船，共有 12 名航天员飞赴国际空间站，在技术开发与验证、人体研究、教育活动与推广、生物学与生物技术、物理科学及地球与空间科学等 6 大研究领域完成大量科学研究和技术试验，多项实验项目引发广泛关注。4 月，由“龙”飞船运输的“充气膨胀式太空舱”(BEAM)运抵国际空间站，并于 5 月成功展开，开启为期两年的测试任务；“生物分子测序仪”实验完成首次微重力条件下的 DNA 测序，标志着人类迎来“在空间对活体生物进行基因测序”的新时代；“阿尔法磁谱仪”02 研究团队 12 月发布了运行 5 年来的观测和研究进展，迄今已采集超过 900 亿条宇宙线数据。

(二) 开始研究后国际空间站时代发展

由于国际空间站项目将于 2024 年结束，各参与方开始讨论国际空间站退役后如何联合开展载人航天研究。2016 年，国际空间站各合作方在专家组层面已经完成了一份有关建造一个国际月球轨道空间工作站的实施构想，建议在月球轨道联合建立一个新的国际空间站，为探测月球、载人登陆月球、月球资源开发以及探测火星提供帮助，该方案的可行性研究报告预计 2017 年提交给国际空间站各合作方的高层进行讨论。此外，俄罗斯的《十年规划》也提出 2024 年后独立建设空间站的设想。

四、商业载人航天活动

商业航天作为载人航天发展的重要力量，其技术水平不断提高，在继续承担低地球轨道任务的同时，已将关注的眼光投向低地球轨道以远。

(一) 运载器回收技术取得重大突破

以“猎鹰”9 火箭和“新谢泼德”亚轨道火箭为代表，商业航天公司的一级垂直起降回收技术进一步成熟，有助于进一步降低航天发射成本。继 2015 年 12 月首次实现低轨任务的陆地回收后，2016 年美国 SpaceX 公司的“猎鹰”9 火箭先后实现低轨任务的海上回收以及高轨任务的海上回收；全年发射 7 次，成功回收 5 次，总回收成功率为 75%。蓝色起源公司 10 月第五次成功回收火箭，同时测试了“新谢泼德”飞船的逃生系统，这也是该火箭第四次成功复用，这使该飞船距载人目标又近了一步。英国维珍银河公司 12 月成功进行第二艘“太空船”2 首次无动力滑翔飞行试验，标志着该商业亚轨道飞行器无动力滑翔测试正式开始。

(二) 低地球轨道探索能力不断完善

随着商业载人航天能力的不断提高，NASA 越来越多的低地球轨道任务都将由商业公司完成。NASA 于 1 月宣布，SpaceX、轨道 ATK 和内华达山脉公司三家公司获得第二轮国际空间站商业补给服务合同。SpaceX 和波音公司的国际空间站载人任务不断推进，预计 2018 年可执行载人运输任务。美国联合发射联盟(ULA)与毕格罗宇航公司签署协议，将联手打造大型“充气膨胀式太空舱”，首个舱段将在 2020 年升空。

(三) 目标瞄向月球及以远

商业航天公司还积极拓展低地球轨道以远的探索任务。8 月，美国联邦航空管理局宣布已批准美国私营企业月球快车公司(Moon Express)于 2017 年进行机器人登陆月球的申请，这也是首家被批准进行登月的美国商业公司。此举为其他有意进行外太空商业化的公司提供了参考的范例，将极大提升美国私企开发月球的热情。SpaceX 公司创始人马斯克 9 月宣布了登陆并开发火星的计划，最早于 2024 年将人类送往火星。

五、深空探测

火星和月球的探测已成为全球深空探测活动的重点，作为彰显大国地位的重要战略性领域，深空探测越来越受到重视。

2016 年，美国实施首个小行星采样返回任务，发射“起源、光谱释义、资源识别与安全—风化层探测器”(OSIRIS-REx)将对“贝努”小行星进行近距离研究及采样，以增进对太阳系形成乃至地球生命起源的认识。7 月，飞行 5 年之久的“朱诺”探测器进入木星轨道。随着美国载人航天战略的进一步推进和实施，美国在低地球轨道上的技术日臻成熟，商业航天的迅速崛起和广泛加入，NASA 下一步将继续关注深空探测。

俄罗斯《十年规划》提出将发射 5 个月球探测器与研发新型飞船，开展月球考察等基础空间研究，为 2030 年前载人登月进行技术储备。俄罗斯还在考虑通过国际合作的形式，在 2040—2050 年实现载人火星探测。俄罗斯一直以来沿用了以往渐进式发展目标牵引能力提升的做法推进其深空探索能力发展进程，通过良好的技术优势和雄厚的技术储备，在深空探测领域始终占据着领先水平。

欧洲航天局一直采用国际合作的方式开展深空探测活动，这既可以节约成本共担风险，又能满足欧洲航天局研究任务的需求。3 月，欧、俄合作的“火星生物学”计划第一阶段任务开始实施，目前火星轨道探测器已成功进入环火星轨道，并传回图像。通过此次任务，欧洲快速提升了火星无人探测技术，在无人深空探测领域积蓄了一定的实践经验与技术能力。

六、结束语

展望 2017 年，美国新一届政府载人航天长远发展目标和重点是否改变，俄罗斯依据新的《十年规划》与新航天管理体制能否给

载人航天带来新的契机，商业航天重型火箭技术的发展都值得进一步关注，但可以确定的是载人航天仍将在人类探测未知世界征途上发挥越来越重要的作用。

(中国国防科技信息中心)