

载人航天动态

第 8 期（总第 141 期）

发展战略

美国副总统彭斯强调重返月球稳步推进..... 1

月球探索

NASA 确定合作研发月球和火星技术的商业航天企业..... 2

NASA 宣布征集商业月球有效载荷服务下一阶段方案..... 6

NASA 与 ESA 已确定月球“门户”平台的运行轨道..... 7

美国会拨款委员会主席质疑 NASA 月球探索计划..... 10

ESA 开发月球地质取样工具..... 11

“阿尔忒弥斯”任务可掌握月球生活与工作知识..... 12

俄美专家分析苏联月球计划失败原因..... 16

研究表明：月球形成时间向前推 1 亿年..... 17

国际空间站

俄罗斯进步 MS-12 货运飞船任务介绍..... 18

SpaceX 公司龙飞船执行第 18 次商业补给服务..... 23

联盟 MS-13 飞船执行国际空间站任务..... 30

国际空间站科学实验工作月回顾..... 35

国际空间站 2024 年去留问题的预测和建议..... 42

NASA 警告商业乘员项目延迟造成 ISS 运行的不确定性..... 44

国际空间站上将使用飞船气体监测仪..... 46

欧洲航天员在国际空间站上进行医学实验..... 47

运载器系统

NASA 将保留 SLS 火箭主芯级试运行测试..... 49

SpaceX 第二次成功捕获整流罩..... 52

航天器系统

SpaceX 升级 LC-39A 为未来“超重-星船”任务做准备..... 53

SpaceX 公司“跳跃者”号完成首次试跳..... 54

猎户座服务舱完成关键推进测试..... 54

航天员系统

在太空锻炼可以预防航天员返回地球时发生晕厥..... 56

红酒中的化合物有助于保护前往火星的航天员..... 57

商业航天

美国商业载人运输系统瞄准秋季试飞..... 58

简 讯..... 60

美国副总统彭斯强调重返月球稳步推进

2019 年 8 月 20 日，美国副总统彭斯在美国国家太空委员会第六次会议上发表演说，肯定了 NASA 在推进载人重返月球工作上的进展。

1. NASA 多项工作稳步推进

2017 年，特朗普签署了“太空政策指令-1”（SPD-1），将重返月球确定为美国的国家目标。这是美国太空事业发展的分水岭。2019 年，特朗普将重返月球的时间提前到 2024 年，并确保一名男航天员和一名女航天员登陆月球，从此“阿尔忒弥斯”任务拉开序幕。

为了给 NASA 提供完成这项任务所需的资源，特朗普签署了该机构有史以来最大的预算，并将在 2020 财年增加 16 亿美元。SLS 重型运载火箭将于 2019 年年底完全组装；猎户座飞船 7 月完成组装；8 月，马歇尔太空飞行中心被确定负责月球着陆器的开发。

商业航天也取得进展，SpaceX 成功完成首次 DEMO-1 飞行，载人龙飞船成功与国际空间站对接；蓝源公司测试了自己的月球着陆器的发动机；波音公司正在努力在 2019 年年底之前进行星际客船的首次试飞。在 2019 年结束之前，美国将再次将美国宇航员从美国土地上用美国火箭送入太空！

2. 重返月球后的工作计划

与半个世纪前不同，这次重返月球的目标是在月球表面建立永久存在，并以此为基础发展前往火星的能力。为了实现迈向火星的重大飞跃，美国必须证明可以在月球上生活数月甚至数年。为此美国需要学习如何利用月球所有可用资源来维持生存和太空中的所有活动。一旦美国重返月球，美国将在南极进行长达数月的探险。

3. 加大政策扶持、继续强化国际与商业合作

同时，美国还将精简监督发射的审核制度，取消那些增加成本和扼杀创新的不必要的法规；制定世界上第一个全面的空间交通管理政策，鼓励建立一个更加稳定和有序的空间环境；继续将 NASA 转变为更精简、更负责任、更敏捷的组织。

与“阿波罗”不同，“阿尔忒弥斯”任务不会完全依赖政府的行动，而是将在私人伙伴和国际盟友的大力支持下，共同开展工作。美国将以前所未有的方式释放美国的商业太空产业，NASA 正在与商业航天机构合作研发月球“门户”空间站，该前哨站和加油站将帮助开发技术、测试系统并培训宇航员，以便有史以来第一次登陆火星。美国将采取措施让美国企业家投资并帮助美国开发将美国领导力带入太空的技术。

4. 未来工作

NASA 将在 60 天内制定进行持续月球表面勘探和开发任务的时间表与报告，并制定月球到火星的发展战略；在下次太空委员会会议前，提交报告分析实施可持续月球表面探测所需的技术和能力。

（韦玮）

月球探索

NASA 确定合作研发月球和火星技术的商业航天企业

据澳大利亚每日航天网站 2019 年 7 月 31 日报道，随着美国国家航空航天局（NASA）积极准备 2024 年的载人登月计划，美国商业航天企业也在研发新的空间技术，开拓各自的航天探索活动，并同时通过 NASA 寻求相应支持。NASA 目前已选定 13 家美国商业航天企业

开展 19 项保障美国太空领先地位的技术研发工作。

根据 NASA 在 2018 年 10 月发布的合作机遇声明 (ACO) 的选定要求, 其下属各中心将协助所选定的 13 家企业 (从小型企业到大型航空航天机构), 免费提供所需的经验、设施、软硬件。NASA 希望通过这种合作方式, 能有效地推进商业航天企业的发展, 并引入能使 NASA 未来空间探索任务获得更高效益的新技术。NASA 空间技术任务管理部 (STMD) 副部长吉姆·罗伊特表示, NASA 目前所拥有的验证性经验与独一无二的地面设施设备将能有效地帮助那些商业航天企业在竞争过程中更好地加快各自新型技术的成熟化, STMD 已确定了 NASA 开展未来空间探索任务所需的技术领域, 而公-私合作方式则将加快商业航天企业的技术研发, 从而能使 NASA 更快地实施未来空间探索任务。

NASA 与商业航天企业间的合作将通过签订非偿还性航天法案协议加以实施, 其为实现美国月球与火星探索任务所涵盖的技术领域主要包括: 先进通信、导航与航空电子设备系统; 先进材料; 返回、下降与着陆; 太空制造与装配; 推进。

1. 先进通信、导航与航空电子设备系统

科罗拉多州波尔得市的 Advanced Space 公司将与 NASA 戈达登航天飞行中心 (GSFC) 合作, 开展月球导航技术的研发, 以使地球与月球间的导航系统更加完善, 从而能有效补充 NASA 深空网络并为未来空间探索任务提供保障。此外, 加利福尼亚州卡尔斯巴德市的 Vulcan Wireless 公司也与 GSFC 合作, 对立方体卫星的无线电应答机及其与 NASA 深空网络的兼容性进行测试。

2. 先进材料

马萨诸塞州波士顿市的 Aerogel 技术公司将与 NASA 格伦研究中心 (GRC) 合作, 开展可用于火箭整流罩以及其他航空航天应用的柔

性气凝胶的技术特性改进。柔性气凝胶要比目前火箭整流罩所用的隔音材料能减少 25% 的重量。洛•马公司将与 NASA 兰利研究中心(LRC) 合作, 采用固态处理技术对通过金属粉生产的材料进行测试, 以对处于高温环境运行中的航天器加以设计改进。堪萨斯州威奇塔市的 Spirit AeroSystem 公司将与 NASA 马歇尔航天飞行中心 (MSFC) 合作, 采用摩擦搅拌焊接技术对低成本可重复使用型火箭的耐用性加以改进。摩擦搅拌焊接技术现已用于 NASA 的 SLS 火箭研制, 并取得了比传统焊接技术更加坚固、更少瑕疵的封焊。

3 . 返回、下降与着陆

蒙大拿州波兹曼市的 Anashpere 公司将与 MSFC 合作, 对可用于热防护罩充气的小型氢气发生器进行测试, 以便向火星运送更大体积的有效载荷。宾夕法尼亚州巴利市的 Bally Ribbon Mills 公司将与 NASA 艾姆斯研究中心 (ARC) 合作, 在 ARC 的喷气实验设施内对可机械展开碳纤维织布热防护罩的新型无缝编织形式进行热防护测试。蓝源公司将与约翰逊航天中心 (JSC) 和 GSFC 合作, 推进用于在月球表面着陆区进行安全、精确着陆的导航与制导系统进行技术成熟化。内华达山脉公司则将与 LRC 合作, 开展 2 项返回、下降与着陆项目研究, 在其研制的“追梦者”航天器以超声速度重返地球大气层时进行红外图像的捕捉。此外, 该公司还与 LRC 合作, 拟通过可展开式减速装置对火箭上面级进行回收。SpaceX 公司将与肯尼迪航天中心 (KSC) 合作, 开展如何进行大型火箭垂直着陆的技术完善研究。

4 . 太空制造与装配

加利福尼亚州的麦克萨技术公司将与 LRC 合作, 针对可展开式、半刚性无线电天线研制一个模拟电子实验线路板, 进行诸如天线等大型构件的在轨装配将能强化太空设施设备的技术性能。相对于目前受制于有效载荷的体积, 在轨装配技术的有效应用将能全面实现更大体

量的探索任务，并能基于封装技术的改进而进一步降低发射成本。蓝源公司将与 GRC 和 JSC 合作，推进该公司研制的“蓝色月球”着陆器的燃料电池动力系统的技术成熟化。燃料电池动力系统能在月球夜间为处于任一地点的着陆器提供可持续 2 周的不间断动力。此外，麦萨公司还将利用可模拟太空环境的 GRC 和 MSFC 试验设施，对柔性太阳板的轻质太阳能电池进行测试。该项技术将能为未来航天器提供更轻质的动力系统和更大的动力。

5. 推进系统

洛克达因公司将与 MSFC 合作，采用创新工艺和材料进行火箭发动机轻质燃烧室的设计与制造，以有效降低研制成本，并可使该类燃烧室能适用于不同的空间探索任务。蓝源公司将与 MSFC 和 LRC 合作，开展液体火箭发动机喷嘴的高温材料的鉴定与技术成熟化，以便应用于月球着陆器。科罗拉多州的动力电子公司将与 GRC 合作，推进动力处理装置技术的成熟化，以便拓展目前主要应用于地球轨道卫星的霍尔推进器的运行范围，并使其能应用于未来深空任务。通过将该项技术引入到 NASA 深空任务和商业化霍尔推进器中，该公司希望其所提供的推进系统能够极大增加深空任务的有效载荷量或延长任务时限。SpaceX 公司将与 GRC 和 MSFC 合作，推进在轨输送推进剂的技术研发，而这项技术对于该公司的星船飞船的研制非常重要。洛•马公司将与 KSC 合作，对自主性太空作物生长系统所需的技术与运营方法进行测试。通过将机器人技术引入作物生长系统，或可能有效帮助 NASA 在深空研究平台上收获作物。

NASA 通过其发布的 ACO，能进一步帮助商业航天企业降低技术研发成本，加快将新技术融入未来太空任务的步伐。（赵晨、陈允宗）

NASA 宣布征集商业月球有效载荷服务下一阶段方案

据澳大利亚每日航天网站 2019 年 7 月 31 日报道，美国国家航空航天局（NASA）日前向美工业界宣布了其商业月球有效载荷服务（CLPS）项目下一阶段的方案征集公告，以为航天企业参与 CLPS 提供最新机会。

NASA 的 CLPS 项目旨在通过商业合作方向月球运送科研与技术性有效载荷，以实现快速进入月球表面的发展目标。自该项目于 2017 年 12 月启动以来，NASA 已选定了 9 家商业航天企业进行专项任务订单的投标。7 月初，NASA 选定了另外 12 个需由商业航天企业研制的科研仪器有效载荷，以用于保障 Artemis 重返月球计划以及火星及以远的太空探索任务，但目前还未将这些有效载荷划定到具体的哪项飞行任务中。

根据 NASA 的最新公告要求，此次参与 CLPS 的航天企业应能推进现有技术的应用范围，以用于保障新一代月球着陆器任务，将更重的有效载荷降落在包括南极在内的月球表面，这也是 Artemis 重返月球计划的一部分。NASA 为了能尽快重返月球而甘愿接受某些风险，与商业航天企业合作并开展具有广泛应用前景的前沿性科技研发活动。

NASA 期望通过小型和中型月球着陆器来实现各种科学研究和更大型的技术演示验证有效载荷，以满足科学目标和载人探索目标。未来的有效载荷将可能包括漫游车、动力设备、科学试验设备以及应用于 Artemis 重返月球计划中的先进技术。

通过此次 NASA 方案征集被选定的任何一家企业均会加入到前期入选的 9 家供应商的行列中，而这 9 家供应商已与 NASA 签订保障其月球探索重点项目的服务合同。NASA 负责科学探索的助理局长史蒂文·克拉克表示，Artemis 重返月球计划集成了 NASA 的科学与载

人探索目标，而 NASA 正在通过商业合作方帮助其以一种创新性和高效费比的途径来实现这些目标。研发能将更大型的有效载荷送往月球表面的先进技术是 NASA 非常感兴趣的一项服务项目，NASA 期待着商业供应商提出创新性方案，并希望有更多商业合作方共同推进 CLPS 项目。

CLPS 项目下的合同均是不定期交付、不定数量型合同，合同总额最高将达 26 亿美元，执行期将到 2028 年。然而，在 NASA 于 5 月宣布首批 3 家供应商后的不到 2 个月，其中的 Orbit Beyond 公司(OBI)表示因企业内部问题而无法承担向月球环形山之一的熔岩平原 Mare Imbrium 运送多达 4 个有效载荷的任务，因而要终止其与 NASA 签订的近 1 亿美元任务合同。NASA 根据 OBI 的请求做出了合同行政决策，并于今年 7 月 28 日终止该合同。与 OBI 公司一起获得 CLPS 项目合同的其他 2 家公司——Astrobotic 和 Intuitive Machines 公司并没有受到相关影响，NASA 将对拟于 2021 年送往月球表面的首批科学有效载荷的研制工作进行跟踪。Astrobotic 公司计划在 2021 年 7 月向月球东北部靠近地球一侧的大型陨石坑“死湖”(Lacus Mortis)运送多达 14 个有效载荷。Intuitive Machines 公司则计划在同一时间点向被称为“风暴洋”的月球最大玄武岩平原 Oceanus Procellarum 运送多达 5 个有效载荷，Oceanus Procellarum 一直是科研领域非常感兴趣的月球暗点。

(赵晨、占康)

NASA 与 ESA 已确定月球“门户”平台的运行轨道

据澳大利亚每日航天网站 2019 年 7 月 22 日报道，美国国家航空航天局(NASA)和欧洲航天局(ESA)运营中心(ESOC)的任务规划人员在过去数月对月球“门户”平台可运行的不同轨道进行了技术

方案论证，目前已确定将晕轮轨道（halo orbit，围绕月-地系统平动点的晕轨道）作为“门户”平台的运行轨道。

“门户”平台与国际空间站（ISS）一样，将是一个永久性和可置换型空间站，但其将绕月球飞行而不是绕地球运行，以作为航天员和机器人开展月球表面探索任务的基地。此外，“门户”平台还将作为航天员飞往更远太空目的地的物资储备基地和居住地以及中继通信和科研实验室的场所。ESOC 的任务分析团队目前正在与各国际合作方共同研究，以了解所选定的晕轮轨道将如何对月球探索任务的各项重要方面产生影响，包括着陆、与未来航天器的交汇以及需要保证人员和设施设备安全的应急情况等。

1. 晕轮轨道

NASA 和 ESA 没有像“阿波罗”登月计划那样为“门户”平台选定在低月球轨道进行绕月飞行，而是决定选用一个“近似直线晕轮轨道”（NRHO）这种高度偏心的飞行路径。该飞行轨道距月球表面的最近点为 3000 千米，而最远点则为 70000 千米，同时该轨道还将与月球一起旋转，从地球上观测的状态有点像月球的晕轮。这种轨道非常适合于规划长期性太空探索任务，而且在一定程度上决定着航天器的设计，即其能在地球与该轨道间往返运输何种有效载荷以及需要多少能量才能飞抵该轨道和停留在该轨道上。

在 NRHO 上飞行，“门户”平台的 1 次绕月时间大约需要 7 天，这样的时间长度是为了限制月食的数量，否则“门户”平台将会被地球或月球的阴影遮挡。ESOC 载人与机器人探索项目的体系架构分析师马库斯·兰德拉尔夫表示，为“门户”平台选定一个月球轨道不是件小事。如果计划将“门户”平台停留在某一轨道上工作数年，NRHO 则有点不太稳定，因为在该轨道上的物体均会产生偏移现象，因此为了能使“门户”平台不产生偏移，需要定期对其进行少许的固定操作。

2. 为何选择晕轮轨道

NASA 和 ESA 在考虑从地球向拟选月球基地和月球表面运送物资时选择晕轮轨道作为“门户”平台飞行轨道的最主要限制因素是能量问题。ESOC 飞行动力部任务分析师弗洛里安·伦克解释道，在开展载人空间飞行任务时，不会只发射 1 次整体式航天器，而是分多个阶段将航天器的诸多部件运往太空，然后在太空中进行组装，最后再运往月球表面，其中有些部件将放置在月球上，而有些部件则需再运回来，由此使航天器一直处于变化发展的形态。

航天器若想摆脱地球的引力作用需要非常大的能量，此外要在月球表面着陆而不能直接撞击过去，则需要释放同样的能量以便对航天器进行减速。因此，需要在轨道上拆除航天器的一些部件，只需装载能用于月球表面着陆的部件。

月球晕轮轨道上的基地是作为一个永久性基地而建造，在此可以对航天器的各种部件进行留存、选取和组装。在发射访问型航天器后，只需对该航天器实施一次减速性操作，就可使其速度减缓并与“门户”平台进行接驳。随后，当“门户”平台处于距离月球最近的位置时，就可通过月球着陆器将乘员、机器人及各类设施运到月球表面。这样的运送任务需每隔 7 天实施一次，同样地，从月球表面返回“门户”平台的操作则需在每隔 7 天的时间段内出现转移窗口时才能实施。

NASA 和 ESA 将于 2020 年在月球附近进行“门户”平台的组装与运行，从而实现航天史上最远距离的载人太空飞行任务。ESA 的运营部主任罗尔夫·登辛表示，ESOC 飞行动力分析师与专家所拥有的各种经验将能为“门户”平台的顺利实施提供全面保障。（赵晨）

美国会拨款委员会主席质疑 NASA 月球探索计划

据美国航天新闻网站 2019 年 7 月 24 日报道，美国会拨款委员会的商业、司法与科学（CJS）委员会主席若泽·塞拉诺在 7 月 24 日举行的听证会上，谈到 NASA 加快载人重返月球任务的经费时表示，他目前仍无法确信和理解 NASA 如此做法的需求。

塞拉诺认为，虽然他与委员会其他成员总体上都赞同给予 NASA 一定支持，但他始终无法理解将载人登月的任务进度提前至 2024 年为何如此重要。虽然他非常支持继续开展载人探索太空，但对于在随后数年里将拨付超过 200 亿美元的经费（预估）用于只提前 4 年时间来加快载人重返月球任务一事表示关切，认为加快任务进度是不必要的。塞拉诺在其听证会的开场致词中谈道，对载人登月计划进度的任意改变都将会对跨科学领域的其他重大项目和跨政府性的其他项目造成严重后果。塞拉诺强调，他和委员会副主席罗伯特·阿德霍尔特都是 NASA 的极力支持者，并不反对开展载人登月，但极力反对将这笔经费用于只是提前了几年的进度加快性工作。

塞拉诺质疑增加 200 亿美元能否从技术可能性、经济责任或必要性方面提前 4 年实施载人登月任务，而这只是为了满足政治层面的限定日期。OSTP 主任德勒格迈尔承认，NASA 在 5 月发布的 2020 财年预算修正案中的 16 亿美元追加经费只是 2024 年 Artemis 登月计划增加总经费的“预付款”，他认为该计划增加的经费可能少于 200 亿美元。NASA 局长布里登斯廷曾在 6 月的一次采访中表示，Artemis 登月计划需增加的总经费将为 200~300 亿美元，而其近期又表示这项经费可能少于 200 亿美元。然而，布里登斯廷在 7 月 17 日的参议院商业委员会听证会上表示，Artemis 登月计划的总体预估经费需在 2020 年初 NASA 发布其 2021 财年预算提案后才能正式明确。

通过对加快登月计划进度的商讨以及与原定 2028 年载人登月计划的比较，塞拉诺愈加不能确信 NASA 能在 2024 年实现载人重返月球。他表示，除了通过首次登月所实现的各项技术能力外，美国还能在此次载人登月计划中获得什么呢？德勒格迈尔对此回应道，2024 载人重返月球不仅仅是一个政治性问题，还将与后续火星探索任务密切相关，此外还与美国私营航天企业正在开展的各项任务及进度密切相关。

（赵晨）

ESA 开发月球地质取样工具

据澳大利亚每日航天网站 2019 年 7 月 22 日报道，欧洲航天局（ESA）航天员中心的团队正在展望未来的月球探索，包括开发月球上使用的岩土取样设备原型。

“阿波罗”11 号任务乘组是第一批将月球样品带回地球的人，他们带回的 50 块月球岩石在继续为科学家了解月球的地质组成以及地球的起源提供帮助，因此样本收集将是未来月球任务的关键部分。ESA 太空行走训练与中性浮力设施(NBF)操作负责人赫夫·史蒂文宁表示，开发更有效的月球地质取样工具项目是由法国 Comex 公司通过为期三年的“月球潜水”（Moondive）研究完成的。

这项研究着眼于利用欧洲航天员中心（EAC）10 米深的中性浮力水槽进行水下模拟月球重力，以测试月球探测任务中所用到的设备、工具和操作，以及对航天员将在月球上实施的活动进行模拟。地质样品的收集和返回是创新时机成熟的领域之一。

2016 年，NASA 向 ESA 提供了“阿波罗”11 号乘组使用的月球表面地质取样工具复制品。在中性浮力设施第一次模拟月球太空行走期

间，ESA 太空行走专家在水下对其进行了评估，并设计了更具机动性的固体铲和动力钳工具原型，以及附近设备支撑台车（NEST）和 ESA 现在的地质样品标记系统。

赫夫表示，通过将团队的太空行走专业知识与 ESA“泛大陆”航天员培训所提供的行星地质知识和技能相结合，得以迅速地开发、测试和改进地质取样的可行性原型工具。让太空行走专家精通月球地质学和了解有效地质穿越的科学需求，有助于了解从月球表面采集相关科学样品所需的条件。团队已经能够将这些知识与所知道的月球太空行走限制条件相结合，创造出既适用于科学家又适用于航天员的工具原型。2018 年在西班牙兰萨罗特岛进行的“泛大陆-X”（Pangaea-X）任务中，ESA 宇航员马蒂亚斯·莫雷尔进行了该产品的测试。（武艳萍）

“阿尔忒弥斯”任务可掌握月球生活与工作知识

据 NASA 网站 2019 年 7 月 16 日报道，人类并不曾有很多在月球上工作的机会，12 名“阿波罗”航天员在月面探索的时间加起来也就 80 小时。从这些航天员与月面的短暂接触中，以及对“阿波罗”任务返回样品和在地球上发现的月球陨石的广泛分析中，科学家们尽管没有很多接触月球表面的机会，但已经尽可能多地对月球环境进行了了解。现在，半个世纪过去了，美国国家航空航天局（NASA）的“阿尔忒弥斯”计划任务首次允许科学家和工程师近距离观察月球表面，这将教会航天员如何安全地在被称为风化层的月球土壤上行走，如何在月面建造基础设施，以及如何使航天员安全驻留。

1. 着陆时对月面造成的污染程度有多大

当登月舱在月球表面降落时，会向月球表面喷洒水和其它气体。对于将要对月球供水情况进行分析的航天员来说，这些地球污染物将

使他们很难区分真正的月球水和来自飞船所排废气中的水，也会使其混淆对月球表面及其外逸层超薄大气的化学分析。

为了保证月面研究的科学准确性，许多科学家正在建立计算机模型和实验室实验，以预测航天器排出的废气将如何影响月球环境。例如，约翰·霍普金斯大学应用物理实验室的行星科学家帕瓦西·普莱姆就设计了一个软件，来模拟飞船在月球上排放外来气体时所发生的情况，其模拟结果显示，一艘小型航天器（大小如“嫦娥-3”号无人登月探测器）将会把约 300kg 的水和其它气体从着陆点喷出约数千米之外，而对于一个更重的、人体大小的着陆器，这个区域可能会更广，因此可能需要航天员到距离着陆点数公里外的地方冒险寻找月壤新样本（由于这个原因，“阿波罗”航天员才冒险走到距离指令舱几百米到几十千米以外的地方）。

现在，普莱姆正在开发新的模拟技术，以了解水在释放到月球环境后会发生什么，是久久滞留在大气中，然后被吹入太空？还是沉入风化层，或其分子会在风化层表面跳跃？普莱姆团队正试图建立一套解决方案，其中假设水分子与月球表面之间有不同的相互作用，当能够对一次着陆进行观察并测量时，就用这套已经构建的方案来快速确定发生了什么，而且将能够看出哪一种方案最匹配。

普莱姆是 NASA 戈达德航天飞行中心一个团队的成员，该团队将在未来几年向 NASA 的一个商业月球有效载荷服务着陆器运输仪器，以调查这些问题。该小组将收集影响月球探索的信息，以及影响科学家从小行星、火星和其他天体收集未来样本方式的信息。普莱姆认为，污染无法避免，但需要知道污染发生了多少，才能对污染做出解释。

普莱姆的一个模拟动画显示了航天器降落过程中所释放的水蒸气在 65 秒内的去向。假设着陆地点为南纬 70°，月面时间为上午 7 点，地面温度约为 -73.15℃。由于航天器太小，以至于在这个比例中不可

见，但其位于蒸气云的最深蓝色部分。场景宽度约为 30km。蓝色代表月面以上的水（在外逸层）；灰色代表沉淀到地表的水。目前，普莱姆只对相当于“嫦娥-3”号无人登月探测器大小的航天器所释放出来的水蒸气（约 100kg）进行了建模，水大约是下降过程中释放气体总质量的三分之一。

2. 如何应对像低筋面粉一样的月壤

1967 年 4 月 19 日，“勘测员 3 号”无人探测器在月面软着陆，搭乘航天员小查尔斯·康拉德和艾伦·比恩的“阿波罗”12 号登月舱在风暴洋降落，距离“勘测员 3 号”只有约 183m。

想象一下，把一个量匙插进低筋面粉里的情景，即为风化层的样子。风化层与地球上的土砂最为相似，土砂是岩石经风、雨和其它因素侵蚀而形成，但每粒沙子都被空气分子包裹，由此增加了沙粒间的间隙。而在月球上，由于没有空气，风化层的粘性更强，这意味着其颗粒像烘焙用的低筋粉一样紧密地粘在一起。

了解风化层的性质对于设计登月任务很重要。从事月球和小行星风化层研究的马里兰大学帕克分校航空航天工程教授克里斯汀·哈泽尔称，如果飞行器要在月面长距离行驶或者航天员要挖掘风化层来建造基础设施，则科学家和工程师就必须知道如何最好地对他们进行装备。如果要设计在海滩上行驶的车辆，就需要设计非常厚的轮胎，因为轮胎需应对车轮下面可压缩的、移动的沙子；但会为公路自行车设计窄轮胎，因为其能在非常坚硬和平整的路面上行驶。在月球上，需要知道是要在砾石路面上行驶，还是要在沙丘上行驶。

风化层是由松散的岩石、卵石和粉尘构成的，覆盖着整个月球。除了粘结性外，与沙子还有许多不同：沙子在风和水的长期磨砺下而呈圆形，而在干燥且没有空气的月球上，月壤的颗粒是尖锐而锋利的，对航天服和设备有潜在的磨蚀作用。

月壤也会受到撞击月球表面太阳粒子的静电作用而粘在设备上，类似于把衣服从干衣机里拿出来时的情形。事实上，“阿波罗”任务航天服上仍然存在一些月壤风化层物质。航天员在月面上移动也可以放大静电力作用，类似人在铺着地毯的地面上拖着脚走所累积的静电。据估计，航天员的月面移动可能会导致灰尘颗粒从月面上浮高达 10 米。

如果航天员遇到一团团粘尘，科学家和工程师们需要做好处理相关问题的准备。一旦尘埃停止上浮，会发生什么？如果尘埃下沉，是否会阻塞月球飞行器的机械结构？是否会沉积在光学仪器上，然后让一切看起来模糊不清？未来几年，机器人对月球表面的探测将帮助科学家回答其中一些问题，为派遣航天员做准备。

3. 月球上有多少水

过去十年里，NASA 的月球勘测轨道飞行器（LRO）以及其它航天器上的仪器已经返回了月球上存在水的证据：液态水在月球表面并不稳定，但有证据表明水分子在月球表面和大气中反弹；月球两极存在水冰；月球某些岩石和矿物结构内含有极少量水。

水是至关重要的，不管其形式如何，“阿尔忒弥斯”任务航天员都将需要饮用水，还需要水的氢、氧组分，氧气和氢气将用于呼吸和制造深空旅行的火箭燃料。

科学家预计，最有希望的月球水资源似乎是在两极的永久性阴影陨石坑中，那里是太阳系中最冷的地方之一，因此有利于保存水之类的东西。除了充足的阳光，这就是月球南极成功“阿尔忒弥斯”载人任务目标区域的原因。

挑战在于，在大多数情况下，遥感仪器可以探测到地表相对较浅层的水或其化学成分，这就提出了这样一个问题：这是人类可以使用的全部水，还是仅仅是冰山一角？只有“阿尔忒弥斯”任务航天员在地

表以下挖掘才能找到答案。

（武艳萍）

俄美专家分析苏联月球计划失败原因

近期，美国空天杂志发表文章分析了苏联月球计划失败的原因，但俄科学院却并不认同该结论。

文章称，苏联月球计划失败主要有以下三个原因：一是俄月球方案出炉比美国晚三年。美国于 1961 年 5 月份就公布了月球计划，而苏联却于 1964 年 8 月份才对外公布，由此，苏联在制定载人登月方案时就落后美国三年之久，这是第一个原因。二是由于苏联航天工业体制的管理过于混乱，包括中央设计局内部。三是国家的财力不足以及军队领导层的不支持所致。苏联军队把资金都投向了武器研制领域，并不是集中在月球计划实施方面。

然而，俄罗斯科学空间研究院却并不完全认同美国人提出的上述结论。第一个原因是正确的，苏联月球计划在时间上确实落后于美国提出的月球计划，可第二个原因并不正确，并非由于管理体制混乱所致，而是由航天工业领域的工作效率低下造成，苏联把大部分时间和精力都耗在各个设计局之间的无意义争斗上。苏联有三个设计局承担该计划，分别是科罗廖夫设计局、切洛梅依设计局和扬戈里设计局。每个设计局又都提出了各自的设计方案，并认为其设计方案最为行之有效，三个设计局把时间都耗费在月球计划方案的制定上，由此，导致了苏联月球计划方案要比美国晚三年出笼。

第三，俄科学院也不同意苏联领导层把财力都用在了军事项目而非航天项目上的说法，因为，当时苏联领导层非常清楚地认识到，一定要在宣传战上赢得美国，并尽力采取更有效的措施推进全球计划的向前发展，包括月球计划。

实际上，苏联因有过几次关键技术上的失败，从而使美国赢得了载人登月的胜利，但俄罗斯认为，一切机会依然存在，从目前看来，美国在载人航天领域也并非占据了明显优势。（周生东）

研究表明：月球形成时间向前推 1 亿年

据澳大利亚每日航天网站 2019 年 7 月 31 日报道，在首次登月 50 周年之际，德国科隆大学的科学家们结合阿波罗系列任务中的样本得出新的结论：月球比先前认为的要古老得多，比之前推定的时间还要早 1 亿年！

早期研究估计，月球比太阳系晚形成约 1.5 亿年。而科隆大学地质与矿物学研究所的地球科学家率先进行了一项新研究，发现太阳系形成于 45.6 亿年前，月球形成于 45.1 亿年前，因此月球的年龄比太阳系仅仅晚形成大约 5000 万年。

这项研究集中在不同阿波罗任务收集到的不同类型月球样品的化学特征上。科隆大学方塞卡博士表示，通过比较不同时期形成的岩石中不同元素的相对含量，可以了解每个样本与月球内部和岩浆海洋凝固之间的关系。

月球可能是在一个火星大小的行星与早期地球发生剧烈碰撞后形成的。随着时间的推移，月球从爆炸进入地球轨道的物质云中吸积起来，新生的月球被岩浆海洋所覆盖，冷却时形成了不同类型的岩石。

科隆大学研究员蒂门博士表示，这些岩石记录了月球形成的信息，至今仍能在月球表面找到这些信息。这种观测在地球上是不可能的，因为地球随着时间的推移一直处于地质活动中。因此，月球为研究行星进化提供了一个独特的机会。

在“阿波罗”12 载人登月任务中，航天员带回了一些月表岩石样本。

而其中，被编号为样本 12054 的一块铁钛玄武岩被赠送给了德国，因此，科隆大学有机会对其展开研究。在该样本里，科学家找到了铅-182 和钨-182。铅是元素周期表中第 72 号元素，相对原子量 178.49；铅的同位素铅-182 则具有放射性，会衰变为钨-182。这个衰变过程仅仅发生在太阳系刚刚形成的 7000 万年里。通过将阿波罗样品中测得的铅和钨的信息与实验室实验的信息相结合，研究发现，月球早在太阳系形成后 5000 万年就开始凝固。

（占康）

国际空间站

俄罗斯进步 MS-12 货运飞船任务介绍

莫斯科时间 2019 年 7 月 31 日 15:10(北京时间 7 月 31 日 20:10)，俄罗斯在拜科努尔航天发射场三十一号发射台利用联盟-2.1a 运载火箭成功将进步 MS-12 货运飞船发射进入预定轨道。飞船采用两圈超短程飞行模式，经过 3 小时 19 分钟飞行后，于北京时间 23:29 成功与国际空间站对接，超越进步 MS-11 货运飞船，再次刷新与国际空间站最快交会对接纪录。

一、任务概况

此次任务为联盟-2.1a 运载火箭的第 32 次轨道发射任务，进步系列飞船的第 164 次任务，也是进步 MS 飞船的第 12 次发射任务。联盟-2.1a 运载火箭点火后，经过 8 分 49 秒飞行，成功将进步 MS-12 飞船送入预定轨道。

表 1 联盟-2.1a 火箭发射时序

时间	事件
----	----

T0	点火
T0+117.85s	助推器分离
T0+183.52s	抛整流罩
T0+287.42s	一级分离
T0+297.10s	二级尾部分离
T0+525.91s	二级发动机关机
T0+529.21s	船箭分离

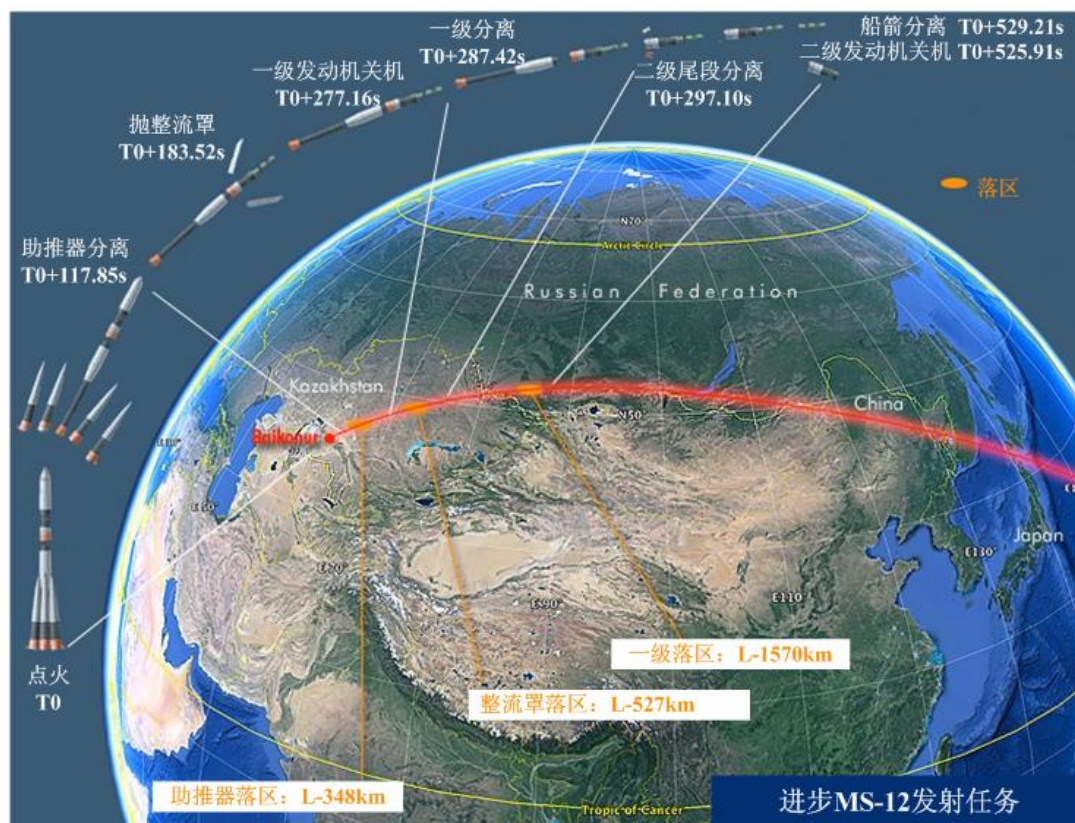


图 1 进步 MS-12 发射轨迹

此次任务是俄罗斯第三次验证货运飞船的超快速交会对接模式，飞船经过 2 圈飞行，发射 3 小时 19 分钟后成功与国际空间站码头号（Pirs）对接舱对接。此前，俄罗斯分别在 2018 年 7 月的进步 MS-9 任务和 2019 年 4 月的进步 MS-11 任务中采用了 2 圈/3 小时的超快速交会对接飞行模式，发射后分别耗时 3 小时 39 分和 3 小时 21 分完成与国际空间站的对接，均创造了当时最快交会对接时间纪录。此次任务成功标志着货运飞船超快速交会对接模式的微调 and 试验计划正式

结束。随后，俄罗斯将进行评估，并确定在载人飞船任务中是否还需要进一步微调。

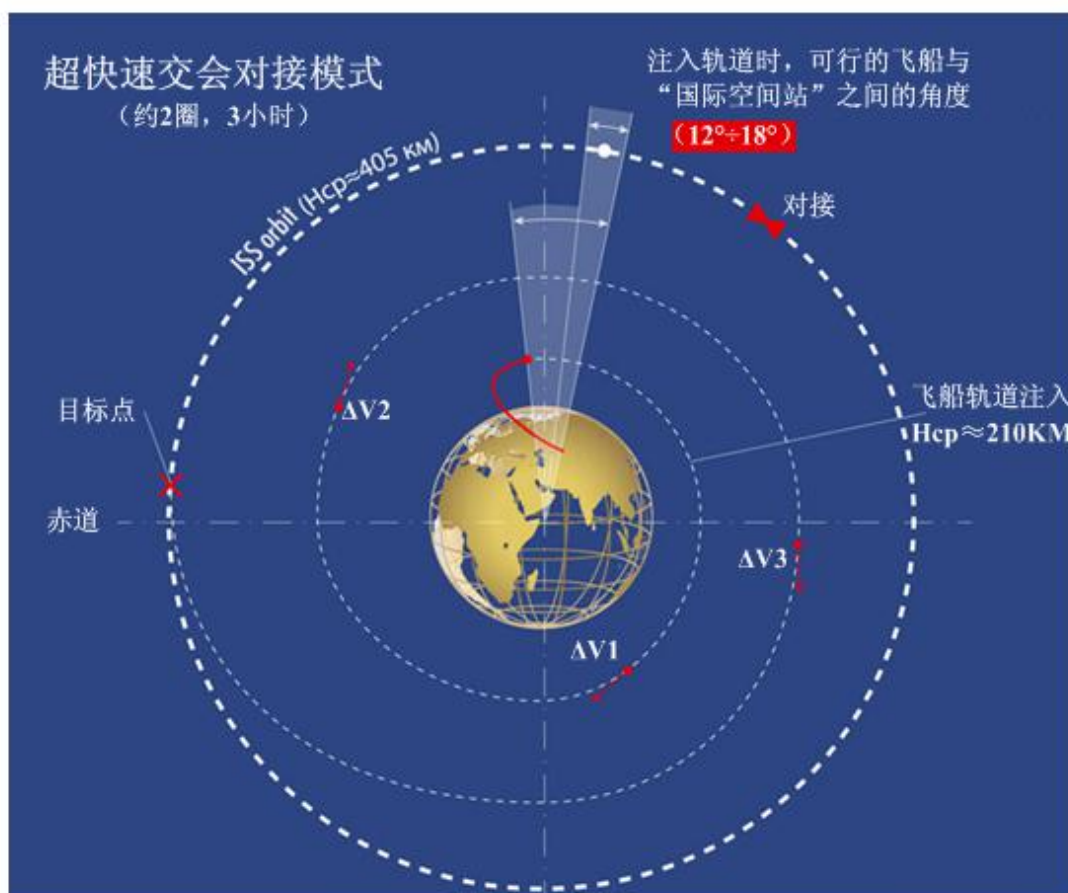


图 2 超快速交会对接模式示意图

进步 MS-12 飞船计划在轨驻留 4 个多月, 将于 2019 年 12 月中旬与国际空间站分离后再入大气烧毁。

二、货物情况

此次发射的进步 MS-12 货运飞船载有超过 2670kg 货物，包括 1200kg 干货物、超过 1000kg 燃料、420kg 水以及 50kg 压缩气体。货舱内载有科学设备、生活保障系统配套组件以及食品箱和航天员所需的衣物、药物及个人卫生用品。进步 MS-12 货运飞船的任务除运送货物外，还包括利用自身发动装置对国际空间站进行轨道调整，从站上带走生活垃圾和废弃设备，以及在自主飞行模式下进行空间实验、对

船载系统及其它组件进行飞行测试。

三、运输系统

（一）进步 MS 飞船

俄罗斯进步系列货运飞船始于 1970 年代，截至目前先后发展了进步、进步 M、进步 M1、进步 M-M、进步 MS 等多个型号，进步 MS 系列货运飞船是在进步 M-M 系列货运飞船的基础上改进而来，进一步提升了飞船的性能和可靠性，是进步系列货运飞船的最新型号，由俄罗斯能源火箭航天集团（RSC Energia）负责研制。

进步 MS 系列货运飞船由货舱、补给燃料舱和仪器-服务舱构成，发射质量约 7.3t，可携带约 2.6t 货物，长 7.2m，底部最大直径 2.72m，飞船在轨完全展开跨度为 10.6m，可在轨驻留 180 天。

相较上一代飞船，进步 MS 系列货运飞船对航电系统进行升级，飞船整体性能获得较大提升。采用新型航向-NA（Kurs-NA）交会系统替代了原来的 Kurs-A 交会系统，使用 AO-753A 型天线替代 2AO-VKA 和 AKR-VKA 型天线，同时保留了原来的 2ASF-M-VKA 天线，利用现代化数字信号处理方法提高了对接过程的可靠性和安全性。飞船采用自主模式与国际空间站进行对接，在紧急情况下也可采用远程操作模式（TORU）进行手动对接。

飞船载有自主卫星导航（ASN）系统，替换了之前的轨道无线电监测设备，新系统与俄罗斯“格洛纳斯”（GLONASS）、美国“全球定位系统”（GPS）以及国际卫星搜救（Cospas-Sarsat）系统兼容，ASN 系统使飞船的轨道确定精度达到 5m，与国际空间站的交会坐标确定精度达到 1m。与此同时，飞船新型飞行控制系统（SUD）可通过“格洛纳斯”导航卫星自主测量交会轨迹，无须再通过地面站进行测量。

飞船采用统一指令遥测系统（EKTS）取代老一代量子-V（Kvant-V）无线电通信系统，从而能够通过“射线”（Luch）数据中继卫星实现飞

船与俄罗斯地面站的实时联络，使地面站既可通过“射线”卫星也可直接向飞船发送命令并接收遥测数据。

此外，飞船还增加了流星防护系统、闪电防护系统，对接口增加了备用电动驱动机构；采用了改进的 BDUS-3A 型角速度传感器、新的 SFOK 发光二极管照明系统；利用新的数字电视系统取代了旧的 Klest 模拟电视，飞船和空间站可通过船上无线电频道联络等。进步 MS 系列货运飞船自第三艘起，可在船体外表面选装四个立方体卫星释放装置，最多可容纳 24 颗 1U 的标准立方体卫星。

进步 MS 系列货运飞船通常使用联盟-2.1a 运载火箭从拜科努尔航天发射中心进行发射；曾于 2016~2017 年使用联盟-U 运载火箭进行过三次发射，其中一次发射失败；2018 年曾使用联盟-FG 运载火箭发射一次并取得成功。

（二）联盟-2.1a 运载火箭

联盟号火箭是世界上发射次数最多、服役时间最长的多用途运载火箭，自 1960 年开始研制，在 1963 年 11 月完成首飞，进行了多次改型至今仍在使使用。联盟-2.1a 运载火箭是在联盟-U 运载火箭（1973 年首飞）的基础上改进而来，于 90 年代中期开始研制，并于 2004 年 11 月完成首飞的一次性中型运载火箭。

联盟-2.1a 运载火箭由进步设计局国家航天科研生产中心研制，主要用于执行进步 MS 系列货运飞船和俄罗斯军用卫星发射任务。火箭为两级半构型，在芯一级捆绑 4 个助推器。火箭全长 46.3m，芯级直径 2.95m，底部最大直径 10.3m，发射质量 311.7t，LEO 运载能力 7480kg。

表 2 联盟-2.1a 运载火箭主要参数

		助推级	一子级	二子级
数量		4	1	1
长度		19.60m	27.8m	6.74m
直径		2.68m	2.95m	2.66m
空载质量		3784kg（单个）	6545kg	2355kg
总质量		44413kg（单个）	99765kg	27755kg
发动机型号		RD-107A	RD-108A	RD-0110
发动机类型		燃气发动机	燃气发动机	燃气发动机
氧化剂		液氧	液氧	液氧
燃料		煤油	煤油	煤油
推力	海平面	838.5kN	792.5kN	
	真空	1021.3kN	990.2kN	297.93kN
比冲	海平面	263.3s	257.7s	
	真空	320.2s	320.6s	326s
燃烧时间		120s	280s	230s
姿态控制		2 台游标发动机	4 台游标发动机	4 台游标发动机

四、小结

进步 MS-12 货运飞船为国际空间站第 60 长期考察组运送了工作所需的货运补给，同时完成了第三次超快速交会对接模式飞行验证，为试验计划画上句号。后续，俄罗斯计划进一步在载人飞船上应用该模式，提升航天员飞行体验。（何慧东）

SpaceX 公司龙飞船执行第 18 次商业补给服务

美国东部夏令时间 2019 年 7 月 25 日 18:01（北京时间 7 月 26 日 6:01），太空探索技术公司（SpaceX）从佛罗里达州卡纳维拉尔角空军基地第 40 发射台（LC-40）利用猎鹰-9 运载火箭成功发射龙飞船，执行国际空间站第 18 次“商业补给服务”（CRS）。

一、任务概况

此次任务为 SpaceX 公司执行的第 18 次空间站“商业补给服务”，代号 Dragon CRS-18。2008 年，SpaceX 公司获得 NASA 授予的第一阶段 CRS 合同，随后两次扩展合同，SpaceX 公司共获得约 30.4 亿美元，需完成 20 次货运补给任务。2016 年，NASA 授予 SpaceX 公司第二阶段 CRS 合同，金额约 10.7 亿美元，SpaceX 公司将利用基于载人龙飞船改进的货运龙飞船完成 6 次补给任务。

表 1 NASA 授予 SpaceX 公司 CRS 合同情况

合同	合同额	授出时间	任务代号	发射时间
第一阶段 CRS 合同	16 亿美元	200812	Dragon CRS-1	2012.10.08
			Dragon CRS-2	2013.03.01
			Dragon CRS-3	2014.04.18
			Dragon CRS-4	2014.09.21
			Dragon CRS-5	2015.01.10
			Dragon CRS-6	2015.04.14
			Dragon CRS-7（失败）	2015.06.28
			Dragon CRS-8	2016.04.08
			Dragon CRS-9	2016.07.18
			Dragon CRS-10	2017.02.19
			Dragon CRS-11	2017.06.03
			Dragon CRS-12	2017.08.14
第一阶段 CRS 扩展 合同	约 14.4 亿 美元	2015.03	Dragon CRS-13	2017.12.15
			Dragon CRS-14	2018.04.02
			Dragon CRS-15	2018.06.29
第一阶段 CRS 扩展 合同		2016.02	Dragon CRS-16	2018.12.05
			Dragon CRS-17	2019.05.04
			Dragon CRS-18	2019.07.25
			Dragon CRS-19~20	2019-2020
第二阶段 CRS 合同	约 10.7 亿 美元	2016.01	Dragon CRS-21~26	2020-2024

此次任务使用了重复使用的猎鹰-9 运载火箭和重复使用的龙飞船。此次任务的猎鹰-9 V1.2（Block 5）曾于 2019 年 5 月 4 日执行龙飞船 CRS-17 补给任务，经过海上回收和检测维护，时隔 2 个多月后再次执行 CRS-18 任务。任务使用的飞船此前于 2015 年 4 月执行 CRS-6 任务，于 2017 年 12 月执行 CRS-13 任务，是首艘执行 3 次补给任务的货运飞船。

表 2 猎鹰-9 发射龙飞船任务时序

时间	事件
T0 - 00:38:00	SpaceX 指挥员给出加注指令
T0 - 00:35:00	开始加注煤油（RP-1）
T0 - 00:35:00	一级开始加注液氧（LOX）
T0 - 00:16:00	二级开始加注液氧（LOX）
T0 - 00:07:00	龙飞船转为内部供电
T0 - 00:07:00	火箭发动机发射前冷却
T0 - 00:01:00	飞行指令计算机发射前检查
T0 - 00:01:00	燃料箱开始增压
T0 - 00:00:45	SpaceX 指挥员给出允许发射指令
T0 - 00:00:03	发动机点火
T0	猎鹰-9 火箭起飞
T0 + 00:01:12	火箭最大动压（Max Q）
T0 + 00:02:18	一级主发动机关机（MECO）
T0 + 00:02:21	一二级分离
T0 + 00:02:29	二级发动机点火
T0 + 00:02:34	一级返回点火
T0 + 00:06:37	一级进入点火
T0 + 00:08:23	一级陆上回收
T0 + 00:08:38	二级发动机关机（SECO）
T0 + 00:09:38	船箭分离
T0 + 00:12:16	龙飞船太阳帆板展开
T0 + 02:19:00	龙飞船 GNC 舱门打开

猎鹰-9 火箭发射后，成功返回发射场附近的一号着陆场（LZ-1）。龙飞船入轨后飞行约 2 天，于 7 月 27 日抵达国际空间站，美国航天员将操纵机械臂抓捕飞船，随后地面发出指令，飞船在机械臂操纵下对接在“和谐”节点舱底部。龙飞船将在国际空间站停泊约 1 个月，计划 8 月 20 日携带部分实验设备和货物再入返回地球。

二、货物情况

此次龙飞船货运补给任务为国际空间站运送了约 2500kg 货物，包括：国际对接适配器-3（IDA-3）、航天员补给、数十项科学实验所需的材料等，此外还搭载了数颗立方体卫星。

（一）IDA-3

IDA 在发射时安装在龙飞船的非密封舱内，飞船与空间站对接后，将利用加拿大臂-2（Canadarm-2）取出，并安装在国际空间站和谐节点舱天顶方向。美国计划在国际空间站上安装 2 套 IDA，第一套 IDA 由于 2015 年龙飞船发射失败而损毁，2016 年成功补充发射，此次龙飞船为国际空间站运送了第二套 IDA。

IDA 的作用是实现新旧对接机构的转换。国际空间站此前使用“加压对接适配器”（PMA）将“和谐”节点舱上的“通用停泊机构”（CBM）转化为异体同构周边式对接系统-95（APAS-95），用于与航天飞机对接。航天飞机退役后，利用 IDA 将 APAS-95 对接机构转换为符合国际对接系统标准（IDSS）NASA 对接系统（NDS），用于与载人龙飞船和星际客船等新一代飞船对接，能够支持乘员、货物的进出，以及电源、数据的连接。

IDA 质量 526kg，高 1.1m，宽 1.6m，在外围安装对接标靶、激光反射器和其他相关系统后，宽约 2.4m。波音公司为 IDA 的主承包商，俄罗斯能源火箭航天集团提供主结构，25 家美国公司参与研制，并在波音公司休斯顿产品支持中心完成总装。

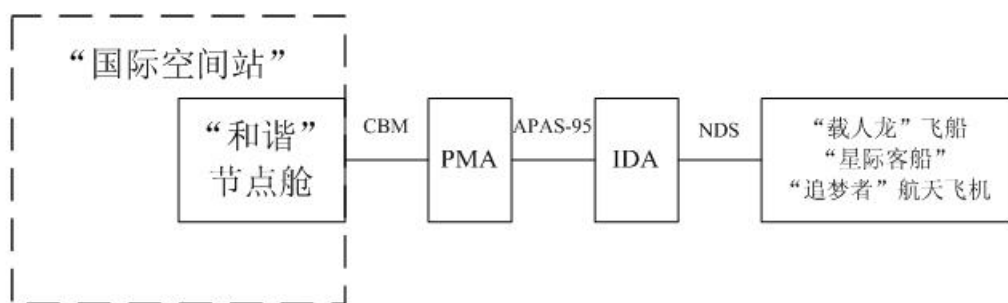


图3 国际空间站与新一代飞船对接机构转换示意图

(二) 科学实验设备

龙飞船搭载约 2.5t 货物，包括乘员补给、科学装置、仪器设备等。这些科学仪器将支持第 60 和后续长期考察组在轨开展多项科学实验，具体包括：

- 生物制造设施 (BioFabrication Facility, BFF)：试验微重力环境下生物 3D 打印技术。

- 生物岩石 (Biorock)：研究微重力环境下岩石、微生物、液体系统之间的相互作用。

- 细胞科学 (Cell Science-02)：研究微重力对成骨细胞过程的影响。

- 固特异轮胎 (Goodyear Tire)：试验微重力环境中制造二氧化硅结构。

- 空间苔藓 (SpaceMoss)：研究微重力环境对苔藓生长和发育的影响。

- 空间活动诱导干细胞：研究微重力对帕金森氏病、多发性硬化小神经胶质细胞 3D 模型的影响。

(三) 搭载小卫星

除了运送货物外，龙飞船还携带了多颗立方体卫星，随后将从国际空间站释放入轨，包括：射频标签卫星-1 (RFTSat-1)，是西北拿撒勒大学研制的 3U 立方体卫星，用于验证立方体卫星和远距离无线传感器之间反向散射无线电通信技术；创客卫星-1 (MakerSat-1)，是西

北拿撒勒大学研制的 1U 立方体卫星，用于演示在国际空间站利用 3D 打印技术制造卫星的技术；国家遥感和空间科学局立方体卫星-2（NARSScube-2），是埃及国家遥感和空间科学局（NARSS）研制的 1U 立方体卫星，用于积累卫星工程经验，并在轨验证成像技术。

三、运输系统

（一）龙飞船

龙飞船是 SpaceX 公司研制并运营的商业轨道飞行器，具备重复使用能力，任务结束后在洋面上溅落回收，是目前唯一能够返回物品的空间站货运飞船。

龙飞船装备有 18 台“天龙”（Draco）推力器，使用四氧化二氮/甲肼作为推进剂，每台推力器可提供 400 牛推力，用于在轨机动、姿态控制和长时间离轨点火，燃烧时间可变。龙飞船的反作用控制系统在所有轴上提供双冗余。任意两台推力器失灵都不会影响任务。龙飞船所用的防热罩由 NASA 设计、SpaceX 公司制造，材料为 PICA-X，是在 NASA 原酚碳热烧蚀板（PICA）基础上研制而成的高性能产品。PICA-X 设计承受月球任务返回时的热量，远超近地轨道返回再入的防热要求。

表 3 龙飞船参数

技术参数	返回舱	非密封舱
长度	3.20m	2.90m
最大直径	3.81m	3.66m
侧壁角	15°	0°
容积	10m ³	14m ³
干质量	4200kg	681kg
上行有效载荷质量	6000kg	
返回有效载荷质量	3000kg	
推进剂	肼/四氧化二氮	无
电源	4 组聚合物锂电池	2 组太阳能电池翼 1500 ~ 2000W
再入过载	3.5g	——

（二）猎鹰-9 运载火箭

龙飞船由猎鹰-9 V1.2 Block-5 运载火箭发射。猎鹰-9 系列火箭是 SpaceX 公司研制的可重复使用运载火箭，由 NASA“商业轨道运输服务”计划部分资助，已顺利完成运载火箭第一级陆上回收和海上回收。

猎鹰-9 运载火箭先后研制了 V1.0、V1.1、V1.2 等多个型号，与 V1.1 型相比，全推力型（V1.2）采用了更长的二级火箭和密度更大的推进剂，运载能力大幅提升。猎鹰-9 V1.2 Block-5 是第 5 批次生产的全推力型火箭，可满足 NASA 载人任务发射要求，火箭为二级火箭，全长 70m，直径 3.7m，发射质量 549t，近地轨道运载能力 22.8t，地球同步转移轨道运载能力 8.3t。

表 4 猎鹰-9 V1.2 Block-5 火箭技术参数

	第一级	第二级
直径（m）	3.66	
长度（m）	~42.6	~12.6
惯性质量（kg）	~22200	~4000
制导	来自第二级	惯性
推进系统	9 台 Merlin-1D	1 台 Merlin-1D 真空
发动机布局	八角形	—
发动机类型	气体发生器	
推进剂供给	涡轮泵	
燃料	RP-1 火箭级煤油	
氧化剂	液氧	
贮箱加压	加热氮气	
单台发动机推力	海平面：845kN 真空：914kN	真空：934kN
比冲（s）	282（海平面） 311（真空）	348
燃烧时间（s）	180	397
燃烧室压强（MPa）	9.7	
扩张比	16	>117

	第一级	第二级
推力调节功能	有	有
点火剂	TEA-TEB 自燃性混合物	TEA-TEB, 冗余
关机	指令关机	
重新启动功能	有	
姿态控制	摆动发动机 (俯仰、偏航、滚转)	摆动发动机(俯仰、偏航) 推力器(滚转)
推力器 单台发动机推力 燃料/氧化剂		4 台 Draco 发动机 400 N 甲基肼/四氧化二氮
级间分离	气动机械式	

(何慧东、龙雪丹)

联盟 MS-13 飞船执行国际空间站任务

莫斯科时间 2019 年 7 月 20 日 19:28 (北京时间 7 月 21 日 0:28), 俄罗斯在拜科努尔航天发射场第一发射台用联盟-FG 运载火箭成功将联盟 MS-13 载人飞船发射进入预定轨道。飞船搭载 3 名航天员, 经过 6 个多小时飞行, 成功与国际空间站对接。

一、任务概况

此次任务为联盟-FG 运载火箭的第 59 次发射任务, 联盟系列飞船的 142 次任务, 也是联盟 MS 飞船的第 13 次任务。

联盟-FG 运载火箭点火后, 经过 8 分 48 秒飞行, 成功将联盟 MS-13 飞船 (Soyuz MS-13) 送入预定轨道。飞船多次变轨, 经过 4 圈飞行, 发射约 6 个多小时后, 于北京时间 7 月 21 日 6:47 成功与国际空间站星辰号 (Zvezda) 服务舱对接; 约 2 小时后, 于北京时间 9:04 打开舱门, 航天员进入国际空间站。发射任务时序如下。

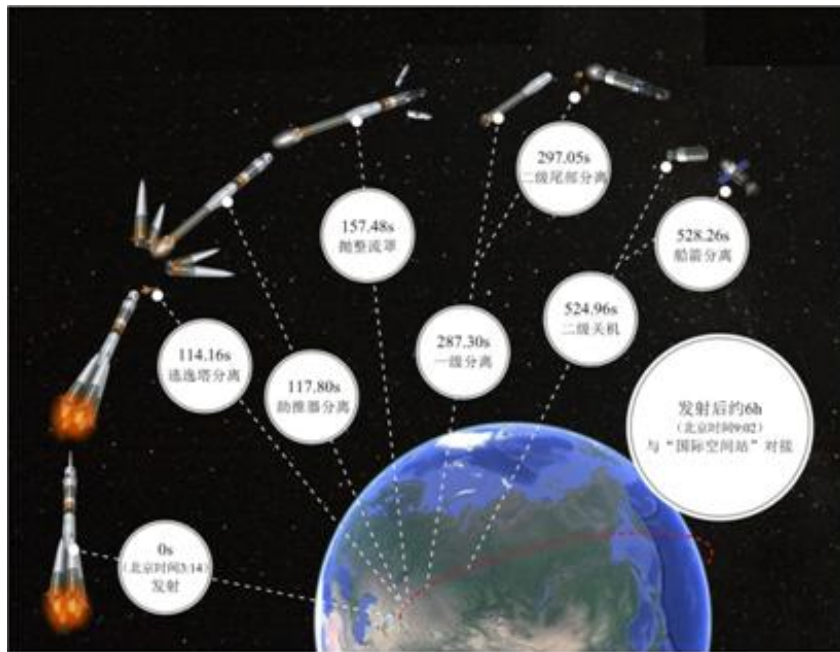


图 1 联盟-FG 火箭发射时序

Soyuz MS-13 任务原定于 2019 年 7 月 6 日发射，随后 NASA 向俄方申请推迟 2 周发射，并将任务周期延长 2 个月，从原定的 2019 年 12 月延长至 2020 年 2 月返回。此举意在保证国际空间站美国舱段有 3 名美国航天员，而非仅有 1 名航天员值守。

按照最初计划，此次任务是美国国家航空航天局（NASA）向俄罗斯订购的最后一次发射，随后将通过商业乘员计划（CCP）利用本国的商业航天力量获得乘员运输能力。但是由于计划的推迟，NASA 向俄方增加订购了 2 次任务。

二、乘组与站上活动

（一）航天员乘组

联盟 MS-13 飞船搭载了 3 名航天员，分别是俄罗斯籍亚历山大·斯科沃尔佐夫、意大利籍卢卡·帕尔米塔诺和美国籍安德鲁·摩根。按计划，斯科沃尔佐夫和帕米塔诺将在国际空间站工作 7 个月，执行 2 期长期考察任务；摩根将在轨工作约 10 个月，执行 3 期长期考察任务。

俄罗斯籍谢尔盖·雷日科夫、美国籍托马斯·马什伯恩、日本籍野

口聪一等 3 名航天员担任本次任务的备份航天员。

（二）站上活动与应用情况

航天员抵达国际空间站后，将开展一系列空间站建造维护工作和科学实验项目。第 60 长期考察组航天员将通过出舱活动，在和谐节点舱上安装国际对接适配器-3（IDA-3），支持后续新型飞船与国际空间站对接。此外，航天员还将在轨开展数百项实验，覆盖物理科学、地球与空间科学、人体研究、生物学与生物技术、技术开发与验证、教育活动与推广等六大领域。具体包括：在微重力环境下 3D 打印器官形状的组织，研究液体、岩石、微生物之间的物理相互作用，创造和评估新型二氧化硅构型和结构，分析液体在多孔表面的扩散和渗透现象等。

表 2 第 60 长期考察组将开展的典型实验项目

典型项目	项目简介
生物制造设施 (BioFabrication Facility, BFF)	使用生物 3D 打印机生产可用的人体器官一直是全球科学家和医生的梦想,但是在地面重力环境下难以打印人体器官内部的毛细血管等微小复杂结构。为了克服这一问题, 技术喷射（Techshot）公司设计了“生物制造设施”，用于在微重力环境下打印类似器官的组织。微重力环境为打印复杂器官结构提供了新的解决途径,不需要支撑结构来维持组织的形状。Techshot 计划将生物制造设施用作研究人员在微重力环境下打印器官形状组织的平台,为在空间中利用精确的生物 3D 打印技术制造完整的人体组织奠定基础。
生物岩石 (Biorock)	微生物能够侵入岩石内部，从中提取离子。这个自然过程能够实现生物采矿，从矿石中提取有用的金属。生物采矿是地球上的常用做法,随着对太阳系认识和探索的扩展，未来还有望用在月球、火星和小行星上。“生物岩石”实验将扩展对微重力环境下液体、岩石、微生物之间物理相互作用的认识，实现新型的空间资源采集。此外，实验数据为长期航天飞行任务中含微生物的生命保障系统的研发提供参考。

固特异轮胎 (Goodyear Tire)	扩展轮胎(固特异轮胎)应用硅填料的极限,利用传统技术在微重力环境下制造二氧化硅填料,并评估新型二氧化硅构型和结构。空间环境可能会产生地面环境不可能产生的结果。通过更好地了解二氧化硅的形态,以及二氧化硅结构和性能之间的关系,可以改进二氧化硅设计工艺和橡胶配方,以及地面轮胎的制造程序和性能。最新的微重力实验产生的新型固液混合物有可能改善二氧化硅的形态,为轮胎提供更好的性能。二氧化硅形态对硅橡胶性能影响研究的突破,将显著提升燃油效率,节约运输成本,有助于保护环境。
惯性扩散 (Inertial Spreading)	“液滴在多孔表面惯性扩散和吸收”实验(简称“惯性扩散”实验)将观测水滴在海绵状金属物体上的扩散和吸收的过程。当水碰到海绵状材料(如干土)时,渗透的微孔太小,无法看见,但扩大这些孔后水滴将快速消失,不利于观察。微重力环境减慢了这一过程,能够利用更大的空隙开展详细的观察,为计算机模拟建立基准。此项研究可支持基于毛细流动的新技术开发,未来可支持月球、火星和小行星的原位资源利用(ISRU)。提升对液体、气体和多孔固体共存动力学的理解,对地面开展防洪、灌溉、燃料电池、油气勘探、制药等应用具有重要意义。

三、运输系统

(一) 联盟 MS 飞船

俄罗斯“联盟”系列载人飞船始于 1960 年代,截至目前发展了四代、多个型号,联盟 MS 系列载人飞船继承了联盟 TMA-M 飞船的设计,是俄罗斯联盟系列载人飞船的最新型号。

联盟 MS 载人飞船能够搭载最多 3 名航天员,停靠在空间站 215 天,发射质量约 6730kg,长 7.48m,最大直径 2.72m,在轨完全展开跨度为 10.6m,居住容积 10m³,太阳帆板功率 600W。飞船由三个舱段组成,分别为轨道舱、返回舱和服务舱,三个舱段可互相分离。轨道舱承担起居功能,在发射过程中装载部分货物补给;返回舱配备有消融防热罩,将搭载航天员安全地再入大气层;服务舱安装了主发动

机、氧气和燃料、姿控推力器、电子设备、导航系统等。主发动机使用四氧化二氮/偏二甲肼（N₂O₄/UDMH）作为燃料，推力 2942N，用于轨道机动。

（二）联盟-FG 运载火箭

联盟号火箭是世界上发射次数最多，服役时间最长的多用途运载火箭，自 1960 年开始研制，在 1963 年 11 月完成首飞，1964 年进行首次载人发射，进行了多次改型至今仍在使用。

联盟-FG 运载火箭主要用于载人航天发射任务，负责向国际空间站运送联盟载人飞船和进步货运飞船。为确保航天员的飞行安全，在整流罩顶端安装了逃逸救生系统，并对火箭结构作了必要的加强，关键部件和线路采用重复系统和降额准则，提升运载火箭安全性。

联盟-FG 火箭由进步设计局国家航天科研生产中心研制，为两级半构型，在芯一级捆绑 4 个助推器。火箭全长 49.5m，直径 2.95m，发射质量 305t，LEO 运载能力 6900kg。

表 3 联盟-FG 运载火箭主要参数

		助推级	一子级	二子级
数量		4	1	1
长度		19.60m	27.1m	6.74m
直径		2.68m	2.95m	2.66m
空载质量		3810kg（单个）	6550kg	2410kg
总质量		43400kg（单个）	99500kg	25300kg
发动机型号		RD-107A	RD-108A	RD-0110
发动机类型		燃气发动机	燃气发动机	燃气发动机
氧化剂		液氧	液氧	液氧
燃料		煤油	煤油	煤油
推力	海平面	838.5kN	792.5kN	
	真空	1021.3kN	990.2kN	297.93kN
比冲	海平面	263.3s	257.7s	
	真空	320.2s	320.6s	326s
燃烧时间		118s	280s	230s
姿态控制		2 台游标发动机	4 台游标发动机	4 台游标发动机

（何慧东）

国际空间站科学实验工作月回顾

在 2019 年 7 月 8 日~7 月 14 日的这一周里，国际空间站第 60 考察组的 3 名乘员实施了照明改进、骨健康、太空种植和享用食物等科学研究：

1. 让照明效果更好。乘组安装了一个测光仪，读取了环境测光仪显示的数字，以进行光照效果调查。由于航天飞行导致乘员的睡眠和唤醒时间与太阳光没有了关系，对乘员造成失眠和疲劳，并对乘员的警觉性和健康产生负面影响。调整光源以模拟更规律的昼夜时间表可以改善乘员的昼夜节律、睡眠和认知能力。本研究探讨的是空间站照明由荧光灯泡转变为可调强度和颜色的固态发光二极管（LED）的效果。

2. 让骨骼更强壮。乘员为日本宇宙航空研究开发机构（JAXA）的“医学蛋白质组学”研究进行了抽血，旨在对飞行后的血清、骨骼以及骨骼肌中的蛋白质变化进行评价。该研究还将采用最新的蛋白质组学分析技术，将太空小鼠、航天员以及地面患者的研究结果结合起来，识别出与骨质疏松有关的蛋白质，这些蛋白质标志物的使用将有利于将来对航天员和地面骨质疏松患者进行健康评估。

3. 改善航天食谱。食物对于提供必要的能量和营养素至关重要，也会影响到航天员的行为和心理。空间站上已实施了植物栽培设备和程序测试，对食物供应如何影响乘员健康和福利也进行了探讨。上周开展了几项与食物有关的研究：乘员们完成了 Veg-04A 研究，收割了苦苣叶，其中一半准备送回地面供生长分析，另一半供在轨享用。乘员们在轨品尝新鲜苦苣叶时还参加了关于该作物种植及其口感影响的调查。他们还完成了“食物可接受性”问卷调查，问卷主要是调查空间站食物供应吸引力的变化，乘员是否喜欢并确实吃了一些可能直接

影响能量摄入和相关营养益处，进而影响尤其是长期任务航天员健康的食物。

4. “团队任务转换”。主要了解乘员在从一个任务转换到另一个任务时是否有困难，以及这种转换的效果，以减少负面后果，提高个人和团队的积极性和效率。

5. “国际空间站经验”。从一年来拍摄的关于乘组生活、实施科学研究、以及空间站上的国际合作伙伴关系调查等片段中，创建了一些简短的虚拟现实视频。

6. “标准措施”。从整个国际空间站计划中的乘员中获取一套一致而简单的乘员措施，用以描述对太空生活风险的适应性反应特点。

7. “两相流”项目。研究考察了微重力下流体沸腾的传热特性，建立了液体在太空的传热效率数据库，为未来航天器热管理系统的设计提供依据。

8. “大脑自动调节”项目。测试在微重力下大脑自我调节血流的能力是否提高，使用无创性测试来测量长期航天飞行前、中、后大脑中的血流。

9. “RADI-N2”项目。中子场研究旨在更好地描述空间站上的中子辐射环境，以帮助确定对乘员所带来的风险，并为未来航天飞行研制先进的防护措施提供支持。

10. “基因在空间-6”项目。研究旨在确定细胞在太空环境中使用的最佳 DNA 修复机制。利用空间站上的微 PCR 和生物分子测序仪，首次诱导了 DNA 损伤，并对整个空间突变和修复过程进行了评价。

11. ActiWatch 是一种腕表式监视器，包含一个用于测量运动的加速度计，以及用于监测环境照明的彩色感光光电探测器，来分析乘组的昼夜节律、睡眠-觉醒模式和活动。

在 2019 年 7 月 15 日这一周，随着安德鲁·摩根等一行三人于 7

月 20 日的到来，国际空间站第 60 考察组开始满员工作，乘组本周开展了肌肉健康、身体变化、太空中的苔藓生长以及其它科学研究，以下是一些科学研究的详细介绍：

1. 微重力下的肌肉。乘组为“肌钙蛋白”研究进行了指标测量，该研究对长期航天飞行暴露的肌肉特性进行观察，包括肌肉张力、硬度和弹性。深入了解人类肌肉静息张力的原理，就可以为地面和未来空间任务制定出新的治疗和康复策略。

2. 了解与衰老相关的过程。人类和模式生物（如小鼠）对航天飞行的一些反应类似于加速老化。“啮齿类动物研究-17”（RR-17）利用小鼠来评估航天飞行的生理、细胞和分子效应，并提供对与衰老相关的免疫、骨骼和肌肉疾病过程的更好理解。研究结果可能会为太空和地球带来新的疗法。该研究利用现有的啮齿动物研究硬件，包括乘组于上周存放的动物舱。

3. 小小植物大大潜力。乘组安装和调试了荧光显微镜，为“太空苔藓”研究做准备，该研究将在 SpaceX 公司的第 18 次商业再补给服务（CRS-18）任务中实施。研究要确定微重力如何影响苔藓的生长、发育和其他特征。苔藓这种没有根的微小植物，只需要很小的生长面积，这是它们在太空和未来月球基地或火星基地可能被利用的优势。开展本研究使用的是多用途小载荷机架（MSPR），这是日本实验舱中的一个系统，具有两个工作空间和一个适合各种科学和教育任务的工作台。

4. 清洁燃烧。乘组完成了“通过微重力实验火焰设计进行先进的燃烧”项目的最后运行，该火焰设计研究了烟尘的产生和控制，以优化富氧燃烧和稳定、无灰火焰的设计。烟尘会对效率、排放和设备寿命产生不利影响。火焰设计是利用空间站的燃烧集成架进行的一系列独立 ACME 实验的一部分。

5. “光生物反应器”项目。测试的是微藻的生物学过程是否能与现有的系统共同创建一个混合生命保障系统。这种方法可以减少未来长期任务所需的地球消耗品数量。

6. “国际空间站经验”。从一年来拍摄的关于乘组生活、实施科学研究、以及空间站上的国际合作伙伴关系调查等片段中，创建了一些简短的虚拟现实视频。

7. Veg-04A 项目。是一个分阶段的研究项目，以解决在太空中需要的一个新鲜食物连续生产系统。

8. “标准措施”。从整个国际空间站计划中的乘员中获取一套一致而简单的乘员措施，用以描述对太空生活风险的适应性反应特点。

9. HERMES 设施能够对风化层和颗粒材料进行研究，可在小行星、行星科学和探索中应用，该研究探索风化层的动力学和性质，以及空气不流通物体上松散聚集的表面，并可为未来载人和机器人任务提供小行星和小天体动力学重要信息。

10. “食物可接受性”项目。主要是调查长期任务中，空间站食物供应吸引力的变化，由于反复食用选择性有限的食物而产生“食谱疲劳”，可能导致乘员体重下降，尤其是随着任务时间的增加可能对乘员健康产生不利影响。

7 月 29 日这一周开始了一些新的实验，进行了一项关于太空运动控制、生物组织打印和机器人群的研究：

1. 天基生物技术实验。7 月 27 日，龙飞船的到来开启了新实验。乘员安装了生物制造设备，该设备提供了一个在微重力下尝试打印生物组织的平台。这项研究将成为有能力实现在太空制造全部人体器官的第一步。航天员们还着手进行“生物岩石”实验，并做好记录。该实验是为了测试天基生物技术，即利用微生物从岩石中提取矿物质的过程。

2. 太空运动控制实验。航天员正在测试太空中操作东西和控制手臂运动的能力，通过一系列的哔哔声和灯光来指示他们应该如何移动胳膊和手。航天员们收集数据并进行分析，对比太空与地面运动控制的区别，从而来研究微重力环境对神经系统和运动控制的影响。这些结果可以帮助科学家理解重力是如何影响地面上的运动，并对有神经疾病的患者也有帮助。

3. 学生控制空间站机器人的实验准备。随着推进技术的进步，小型航天器群在不久的将来有望变成可能，从而为地球和太空观测任务创造了新的天地。**SPHERES** 机器人正在测试其中的一些技术。上周，航天员准备运行 2019 中学暑期项目球体零机器人（**ZR**）参赛者设计的代码。**SPHERES** 团队测试学生们开发的算法，并为比赛选择最佳设计，以操作空间站上的机器人。

4. 骨骼强化实验。**Cell Science-02** 实验是在寻找微重力如何影响愈合、组织再生和诱导愈合的因素。航天员们使用生命科学手套箱进行骨再生研究，回收骨细胞样本，观察愈合和组织再生特性。这项研究对于治疗因骨质疏松导致的严重伤口愈合受损和骨质流失具有潜在的应用价值，也对预防航天员在太空中出现骨质疏松有帮助。

5. **ACME Flame Design** 项目。该项目是使用轨道实验室的燃烧集成架（**CIR**）进行的一系列独立 **ACME** 实验的一部分。该设计研究了烟尘的产生和控制，以优化富氧燃烧和坚固、无灰火焰的设计。

6. **The ISS Experience** 项目。根据空间站长达一年拍摄的视频制作了虚拟现实短片，涵盖了乘组生活、科学实验和空间站上航天员国际合作关系等各方面。

7. **ActiWatch** 是一种腕表式监视器，包含一个用于测量运动的加速度计，以及用于监测环境照明的彩色感光光电探测器，来分析乘组的昼夜节律、睡眠-觉醒模式和活动。

8. “食物可接受性”项目。主要是调查长期任务中，空间站食物供应吸引力的变化，由于反复食用选择性有限的食物而产生“食谱疲劳”，可能导致乘员体重下降，尤其是随着任务时间的增加可能对乘员健康产生不利影响。

9. 啮齿类动物研究-17 (RR-17)。利用年幼和年老的老鼠来评估微重力和太空飞行对生理、细胞和分子的影响。

10. 空间苔藓实验决定了微重力如何影响苔藓的生长、发育和其他特征。作为无根微型植物，苔藓只需要很小的生长面积，这是它们在太空和未来在月球或火星发挥作用的潜在优势。

8月5日这一周进行的科学实验，包括研究时间感知和微重力对与神经退行性疾病相关的大脑蛋白质的影响，并测试了一台3D生物打印机：

1. 时间感知实验。对环境中物体的准确感知，对于人的空间定位和可靠的运动任务表现至关重要。微重力下的时间感知也是运动感知、声音定位、言语和精细运动协调的基础。时间感知实验使用包含视听刺激的笔记本电脑程序来测试受试者对空间和时间感知的反应。其目的是量化人们在长时间暴露于微重力期间和之后所经历的时间感知的主观变化。乘员使用头戴式 Oculus Rift 显示器、耳机和手指跟踪球进行实验。

2. 生物制造技术验证。为了测试新的生物制造设施 (BioFabrication Facility, BFF)，空间站乘员进行磁带安装、替换和拆卸，并遇到了一些关于智能泵的困难。为了解决这些问题，乘员手动调整、检查和清洁了泵，地面小组报告说，这项活动似乎取得了成功。科学和医学设想使用3D生物打印机来制造可用的人体器官，但打印器官内的复杂结构，如毛细血管结构，已经在地球引力下证明是困难的。BFF的设计是为了在微重力下打印器官状组织，这是利用精

细的生物 3D 打印技术在太空制造人体器官的一步。

3. 淀粉样蛋白聚合物研究。淀粉样蛋白聚合物研究评估微重力是否影响淀粉样蛋白纤维的形成，这可能是航天员长期飞行存在的风险。淀粉样蛋白纤维是自形成的纤维蛋白聚合物，它与许多神经退行性疾病（如阿尔茨海默氏症和帕金森氏症）有关。更好地理解淀粉样蛋白聚合的机制可以保护长期飞行任务中的航天员，并有助于制定地面上这些疾病的治疗方案。

4. 欧洲航天局的 GRIP 实验测试了航天员在太空中操纵物品和控制手臂运动的能力。

5. 灯光效应（Lighting Effects）研究用固态发光二极管（LED）代替空间站上的荧光灯泡对乘员昼夜节律、睡眠和认知能力的影响。

6. 细胞科学-02（Cell Science-02）调查研究检查微重力如何影响愈合、组织再生和诱导愈合的因素。

7. ActiWatch 是一种腕表式监视器，包含一个用于测量运动的加速度计，以及用于监测环境照明的彩色感光光电探测器，来分析乘组的昼夜节律、睡眠-觉醒模式和活动。

8. “食物可接受性”项目。主要是调查长期任务中，空间站食物供应吸引力的变化，由于反复食用选择性有限的食物而产生“食谱疲劳”，可能导致乘员体重下降，尤其是随着任务时间的增加可能对乘员健康产生不利影响。

9. 啮齿类动物研究-17（RR-17）。利用年幼和年老的老鼠来评估微重力和太空飞行对生理、细胞和分子的影响。

（武艳萍、占康、康金兰）

国际空间站 2024 年去留问题的预测和建议

国际空间站始建于 1998 年 10 月 20 日，是多功能空间研究组合体，16 个国家参与了空间站的组建，分别是美国、俄罗斯、日本、加拿大、巴西、意大利、比利时、荷兰、丹麦、挪威、法国、德国、英国、西班牙、瑞士和瑞典。国际空间站分别由俄美两个飞控中心实施控制。时至今日，已有来自 15 个国家的 200 多人造访了国际空间站。2015 年，俄罗斯航天局和 NASA 达成协议，决定将国际空间站的使用期限延长至 2024 年。

国际空间站是真正意义上的国际项目，具有全球化的特点，尽管存在政治分歧、经济困难、社会变革，但各个伙伴国能克服困难、协调一致、分享经验，共同致力于国际空间站的建设，得益于此，国际空间站从 2020 年延寿至 2024 年。然而，2024 年后国际空间站何去何从，各伙伴国仍然不置可否，至今未达成统一的意见。近年各国航天机构的领导和专家就国际空间站的后续发展纷纷给出预测和建议，从中可以看出 2024 年后国际空间站命运的走向。

对于大多数国家航天机构的专家来说，这是个“复杂和棘手”的问题，因为国际空间站暂时还没有替代品，而低近地轨道的研究和探索不可能戛然而止。尽管中国已计划在 2022 年开始组建本国的空间站，并承诺组建后的空间站将向国际社会打开大门，目前正在寻求国际合作，但国际空间站的伙伴国仍然希望能再次延长空间站的使用期限，哪怕是短时延期。

1. 变中求进

意大利航天局局长巴蒂斯通认为，太空探索正在促进国际合作，这一点毋庸置疑，国际空间站项目的顺利实施就是很好的例证。他提出了进一步利用国际空间站的一个可行的想法，即把国际空间站或其

中的一个舱段转变为火星生活模拟中心。一方面这样将会延长国际空间站在轨运行的时间，另一方面也会为训练未来火星任务航天员创造理想的条件。

目前国际空间站的技术状态相当好，这为再一次延长空间站的运行寿命提供了可能。但有一个问题不容忽视，这就是资金问题。在延长空间站使用期限的情况下，每年需要数十亿美元的资金来维护空间站的运行，这就出现了一个矛盾，是用这笔资金再建造一个新的空间站，还是继续延长国际空间站的寿命，延长至何时是适宜的，这个问题正在研究和商讨中。目前 NASA 正在分析，在适当维护的情况下，国际空间站运行期限是多少，并初步打算将国际空间站运行期限延长至 2028 年。

2. 降低成本，继续飞行

日本方面暂时也没有看到国际空间站清晰的未来，但赞成延长这个国际合作项目，因为在低近地轨道的科学研究还必须继续下去。但是，日本方面认为，如果延长国际空间站的使用期限，应当压缩其使用成本。

日本专家直树佐藤认为，如果延长其寿命，人们必须减少空间站的使用消耗。国际社会应当继续在近地轨道开展活动，但不一定要利用国际空间站，可以组建另一个空间站，它可以是国际空间站的压缩版，也可以是类似的小型空间站。

3. 私人公司参与运营

俄罗斯国家航天集团载人计划执行主任谢尔盖·克里卡廖夫则强调，国际空间站还会继续飞行，但这不仅仅是国家的行为，私人公司也应当参与运营。国际空间站飞行需要高额的成本，应当调整其运营结构，减少国家的作用和投入，吸引更多的私人公司参与其中，这样可以保证国际空间站长久的飞行。国际空间站是国际合作的典范，其

继续运行对于未来国际合作具有重要意义。

4. 寻找新的可能

欧航局主席乔安·迪特里希·沃纳认为，国际空间站能够运行至 2029 年，即便如此其寿命也接近尾声。此后，应当创建新的项目，对于近地轨道的探索应当做到收放自如，想去时可以经常光顾，想回时可以迅速返回。

NASA 空间战略和研究高级顾问凯瑟琳·罗里宁指出，根据技术标准，国际空间站可以顺利运行至少 10 年，现在确认能够运行至 2028 年，空间站的伙伴国将会基于一定的标准采取最后的决定。她认为，低近地轨道的探索属于经济发展领域的问题，在国际空间站项目停止之前，必须保障有商业平台在轨运行以进行未来的研究。保持国际空间站的在轨运行，直至找到有效的途径保证平稳的过渡，保障低轨道用户的利益。

德国航空航天中心（DLR）主任帕斯卡·爱恩方德认为，国际空间站是航天领域国际合作最成功的项目，如此众多的国家参与其中，一起工作共同研究。国际空间站的运行期限已延长至 2024 年，欧洲已将各类的研究计划制定到了 2024 年。她强调，德国是国际空间站项目欧洲主要的参与国之一，为空间站科学研究做出了重要的贡献。

（王永生）

NASA 警告商业乘员项目延迟造成 ISS 运行的不确定性

据美国航天新闻网站 2019 年 7 月 30 日报道，虽然 NASA 对国际空间站（ISS）目前不断增加的各项科学试验活动加以称赞，但其 ISS 项目主管提出警告称，商业乘员系统研制的不确定性可能在未来一年里会导致 ISS 的运行中断。

作为 NASA 的 ISS 项目主管，柯克·沙伊尔曼在 7 月 30 日召开的 ISS 研究发展会开幕式主题演讲中表示，NASA 即将开始实施的通过商业载人运输系统向 ISS 往返运送航天员的过渡性做法可能会产生一种“启动瞬态”情况，从而会中断 ISS 目前运行已非常顺畅的工作节奏。沙伊尔曼认为，在 NASA 未来太空探索历程中将出现一些重要的机遇，但同时也会面临一些极其重大的挑战，而其中最大的挑战就是目前波音和 SpaceX 公司载人系统的研制不确定性，即这两家公司何时能完成其试验飞行项目，包括星际客船飞船的无人、载人试验和 1 次无人飞行中止试验以及龙飞船的 1 次载人试验飞行。

根据目前的进度设定，星际客船的无人试验飞行预计将不早于 9 月底，也有可能推迟到 10 月，主要是由携载该飞船的联合发射联盟（ULA）的宇宙神 5 火箭各项工作延迟所导致。此外，根据俄罗斯一家媒体 7 月 29 日的报道称，龙飞船的载人试验飞行（Demo-2）时间将推迟到 12 月 17 日，而美国工业部门的消息称这是一个“不早于”性日期，此次试验飞行有可能会推迟到 2020 年。沙伊尔曼指出，他不希望波音和 SpaceX 在没有做好准备的状态下仓促地实施试验飞行，因为这其中会存在着一些重要的不确定性，而这些不确定性因素将会影响到 NASA 的乘员运送时间、货物运送要求以及 ISS 的整体运行情况。

NASA 目前正在根据波音和 SpaceX 的商业运输系统何时能投入运营而面临的诸多问题寻求多项应对措施，但仍未形成最终实施方案。NASA 将尽量地运用更加灵活的应对措施，以使商业乘员承包商的系统利用与任务服务最大化。沙伊尔曼补充道，他不认为 NASA 能在随后数月内明确地采取哪种实施方案，从而解决承包商运载系统所形成的不确定性问题，但会对 ISS 运行状态进行定期更新并将使其运行节奏更加灵活。

另一项影响 ISS 运行的因素是舱外活动（EVA）。沙伊尔曼指出，

在随后的 12 个月里，NASA 将开展史无前例性的大量太空行走，且复杂程度也是史无前例性的，包括对 ISS 的动力系统更换电池以及对阿尔法磁谱仪进行修理。沙伊尔曼在谈及包括 AMS 修理在内的 EVA 时指出，这些均将面临史无前例性的技术挑战。

上述诸多问题均有可能在未来数月里耗费 ISS 的更多研究时间。沙伊尔曼曾在 2018 年就指出，NASA 航天员在 ISS 上每周耗用的研究时间是以往的 3 倍之多。

沙伊尔曼在谈到 NASA 即将从依靠俄罗斯联盟号飞船转而通过美国自行研制的商业运载系统向 ISS 运送航天员时表示，目前正处于过渡期，会出现一些“启动瞬态”情况，但他希望在不久的将来能尽快步入正常的任务实施程序，能按照计划设定定期运送航天员，从而使 NASA 的整个空间飞行任务回归到不存在不确定性影响因素的正常节奏中。

（赵晨）

国际空间站上将使用飞船气体监测仪

据 NASA 网站 2019 年 7 月 29 日报道，7 月 25 日发射的 SpaceX 龙货运飞船将空间气体监测系统（S.A.M.）送往国际空间站，该系统于 7 月 30 日在国际空间站上开始工作。

为准备 2024 年开始的“阿尔忒弥斯”登月计划，NASA 正利用国际空间站对在轨航天员健康因素进行检测验证，因为航天飞行与航天员健康密切相关的是舱内环境的空气质量。舱内环境中的微量气体污染物短期会让人产生不适，长期则会影响航天员的健康状况。

目前，国际空间站的气体质量是通过定期取样和在地面使用先进仪器进行分析来评估的。由于在未来的探测任务中无法将样本运回地球，因此，这套更轻小可靠的仪器（如 S.A.M.）对监测舱内环境至关

重要。NASA 总部高级技术顾问乔希表示，对飞船舱内气体质量进行监测以及保持住安全的气体对保护航天员健康尤为重要。S.A.M 能够及时监测到对航天员健康构成潜在威胁的微量污染物，有助于人类未来的深空飞行，尤其是月球和火星飞行任务，因为那时无法将空气样本送回地球进行检测分析。

S.A.M 是有史以来最小的一种自动气相色谱质谱仪 (GCMS)，可以对复杂的化学混合物进行分离、识别和量化，还能够检测和主动识别特定微量物质的存在，以及做更精细的物质鉴定。目前的 S.A.M. 气体监测系统可以连续实时监测气体中氧气、二氧化碳、氮气和甲烷以及湿度情况。而最新款的 S.A.M. 正在开发中，它能够测量空气中的全部微量气体情况。S.A.M. 的小巧设计使其能够在空间站的 EXPRESS（加速空间站的实验处理）机柜内对仪器进行科学操作。EXPRESS 机柜是多用途有效载荷系统。S.A.M. 的尺寸也使得它可以很容易地放置在空间站的各个节点上，以监测航天员所处的不同环境以及运动和睡眠等活动情况。

在空间站运营期间，有关 S.A.M. 技术性能以及航天员健康和运动状态的信息数据将会连续不断地传递到地面。虽然 S.A.M. 是完全自动的，不需要数据处理来发布有关气体质量元素的报告，但人们可以通过这些数据密切分析空间站的异常情况。（占康）

欧洲航天员在国际空间站上进行医学实验

据 ESA 网站 8 月 14 日报道，两周前欧洲航天局航天员卢卡·帕尔米塔诺、NASA 航天员安德鲁·摩根和俄罗斯航天员联盟号指令长亚历山大·克沃尔佐夫一起抵达国际空间站，空间站驻站人数增加到 6 人。卢卡于 7 月 21 日开始执行“超越”任务，携带大量实验材料的 SpaceX

的龙-18 货运飞船于 7 月 27 日与空间站对接，随之而来的是一系列新的欧洲实验。

握力实验 (**GRIP**) 研究中枢神经系统如何控制运动以及航天员如何用手操作物体，之前进入国际空间站的欧洲航天员亚历山大的“地平线”任务中也有该项研究。7 月 28 日，卢卡和安德鲁在欧洲哥伦布实验舱进行了第一次在轨 **GRIP** 实验。卢卡将在国际空间站参加三次 **GRIP** 实验阶段，先前已经在地球上完成了两次，在他回来后还将完成三次。在每次实验中，卢卡都会用右手拇指和食指夹着一个装有测量仪器的物体，完成各种动作。研究结果将有助于研究人员了解航天员在不同重力环境中移动时的潜在危险，并改进深空任务中使用的触觉界面的设计。

“地平线”任务中进行了 **GRASP** 实验（感知性能的重力基准）。研究人员试图更好地理解中枢神经系统如何整合来自不同感官的信息，比如视觉、听觉和触觉，来协调手部运动，并确定重力的作用。卢卡和安德鲁也在上周末进行了第一次在轨 **GRASP** 实验，他们戴着虚拟现实头盔执行一系列任务。**GRASP** 的实验结果将有助于在太空行走期间指导航天员，并开发最有效的方法，从太空远程控制机器人，还将帮助我们更好地治疗与眩晕、头晕、平衡和空间定向有关的疾病，并可能帮助需要远程操作设备的外科医生和其他专业人士。

卢卡进行的一项新实验是 **NutrISS**，该实验是由意大利凯撒航空公司为意大利航天局 **ASI** 和 **ESA** 开发的，将定期评估卢卡在航天飞行期间的体重、脂肪质量和非脂肪质量的变化，并为他的饮食和更好的装备医疗团队提供建议，以保持良好的在轨健康。卢卡将使用一款名为 **Everywear** 的应用程序来记录每次测量的结果，并连续五天记录营养摄入量。**Everywear** 类似太空版的 **MyFitnessPal**，航天员可以通过扫描食物上的条形码来跟踪自己的摄入量。卢卡的医疗团队可访问他

输入 Everywear 的信息，根据他的测量数据查看信息，并提供饮食建议。

（管春磊）

运载器系统

NASA 将保留 SLS 火箭主芯级试运行测试

据澳大利亚每日航天网站 2019 年 7 月 26 日报道，在针对 SLS 火箭研制延迟而建议取消关键性的试运行测试项 4 个月之后，美国国家航空航天局（NASA）局长吉姆·布里登斯廷于 7 月 25 日表示仍将保留这项关键性测试项，其原因在于：航天员安全是 NASA 应考虑的首要优先事项；运行测试是 NASA 在 2024 年成功进行载人登月的重要保障；可提前发现可能存在的问题，采取措施积极应对。

1. 事件进展背景

美国副总统迈克·彭斯在 3 月 26 日宣布 NASA 将在 2024 年实现载人登月，而这一目标比原定计划提前了 4 年。布里登斯廷随后在 3 月 27 日美国会众议院拨款委员会的听证会上表示，NASA 正在研究如何加快 SLS 火箭研制进度的各种措施，并建议无需开展 SLS 火箭的试运行测试项，而取消该项试运行测试可以使 SLS 火箭的首飞时间提前 6 个月。然而，美国会议员以及其他各咨询委员会成员均极力反对这项建议。NASA 航空航天安全咨询委员会主席帕特里夏·桑德斯在 4 月 25 日召开的委员会会议上谈到 SLS 火箭试运行测试时表示，目前还没有其他方法能采集到全尺寸集成型推进系统的关键性运行数据，以确保 SLS 火箭的安全运行，因此强烈建议 NASA 保留这项试运行测试。

在 3 月听证会结束后的几个月里，NASA 官员曾表示仍未达成试运行测试事宜的最终决策，但又同时暗示倾向性意见是保留该测试项，至少以其他形式加以实施。在 7 月的媒体采访和听证陈述中，布里登斯廷均表示，将会在任命新的载人探索与运营任务管理部（HEOMD）主官后再决定是否开展 SLS 火箭的试运行测试项。他在 7 月 12 日接受 C-SPAN 有线电视台的采访时谈道，希望能先将高层管理者就位，然后让他们审查进展情况，最终由这些高层管理者决定需要开展哪些测试项目。然而，NASA 至今仍未确定 HEOMD 主管比尔·格斯滕迈尔和负责探索系统研发的助理局长比尔·希尔的替代者，也未就为何保留 SLS 火箭试运行测试项一事做出解释。

NASA 保留 SLS 火箭试运行测试项的决定受到了各界的欢迎。参议院商务委员会主席，来自密西西比州的代表罗杰·威克曾在 7 月 17 日听证会上提出有关质询，他认为，布里登斯廷做出继续实施 SLS 火箭试运行测试项的决策对于斯坦尼斯航天中心（SSC）及其员工是极大的信任与支持。SSC 主任理查德·吉尔布雷奇表示，该中心对能继续开展 SLS 火箭主芯级试运行测试感到非常兴奋，而此前早已将原用于土星 5 火箭和航天飞机主发动机试验的 B-2 试车台进行了适应性改造，以用于 SLS 火箭主芯级，目前已全部就位待用。

2 . SLS 火箭主芯级试运行测试

根据 NASA 发布的保留 SLS 火箭主芯级试运行测试项的声明，SSC 将在 B-2 试车台上对史上最高（64.62 米）的 SLS 火箭主芯级实施为时 8 分钟的静态点火试验。

SLS 火箭主芯级试运行测试将按照发射日当天的准备状态，对 RS-25 发动机、推进剂储箱、燃料管线、阀门、加注与加压系统等各类硬件以及配套软件进行首次集成性演示验证。负责 SLS 火箭芯级研制的副经理丽莎·贝茨表示，SLS 火箭主芯级是一项重大的航天工程业

绩，不仅包含了目前史上研制的最大推进剂储箱（两个储箱共装载约 3332200 升的液氧与液氢），而且还包括了最先进的航空电子设备与控制系统以及主推进系统。在 NASA 针对未来空间探索目标不断演变发展的过程中，SLS 火箭主芯级的设计始终没有任何变化，而即将开展的试运行验收测试将为 NASA 不断深入了解和掌握新研制的主芯级的技术性能增添更多信心。

测试人员首先将主芯级安装到 B-2 试车台上，然后对各部件进行逐一加电，以便开展持续约 8 分钟的一系列设定性初始测试与功能检测，以确定主芯级运行过程的技术性能与可能产生的任何问题。这些初始测试与功能检测结果将为研制与测试人员提供非常重要的分析数据，以确定主芯级各系统在推进剂储箱的燃料耗用过程中如何反应。贝茨表示，通过试运行验收测试可以确认各系统和部件在主芯级内的运行状态，而此次试运行测试不仅仅是一项测试，是针对 SLS 火箭整体处于实际发射与飞行状态所开展的首次活动。吉尔布雷奇表示，SLS 火箭主芯级的试运行验收测试对于 NASA 和 SSC 而言均具历史性意义，NASA 首次采用飞行硬件进行运行测试（NASA 历史上只采用主推进测试部件进行组装后的发动机和主推进系统测试），而 SSC 的试车台则再次用于月球探索任务的主芯级测试。

此次试运行验收测试由 NASA 各中心、项目研制部门以及承包商联合实施。布里登斯廷在声明中并未透露开展试运行测试项的具体时间，但据有关消息推测可能在 2020 年某一时段。在完成主芯级试运行测试后，NASA 将根据项目进展需要对 SLS 火箭进行整体检测和整修，然后将其运往肯尼迪航天中心。

（赵晨、张绿云）

SpaceX 第二次成功捕获整流罩

本刊 2019 年 8 月 16 日综合报道，SpaceX 公司创始人艾伦·马斯克称，8 月 6 日，在猎鹰 9 火箭的 AMOS-17 发射任务中，该公司使用 GO Tree 女士号（原史蒂芬先生号）回收船成功捕获了火箭两瓣整流罩之一。这是 SpaceX 第二次使用回收船成功捕获整流罩，也是该公司捕获的第二瓣猎鹰 9 整流罩。

第一次成功是在 7 月 25 日，猎鹰重型火箭第三次发射任务（STP-2 任务）中，该公司使用 GO Tree 女士号首次捕获了火箭一瓣整流罩，标志着该公司整流罩回收技术项目的重要里程碑。

SpaceX 公司在整流罩捕手 GO Tree 女士号连续第二次被救起后，为舰队增添了新的舰船——GO Chief 女士号。这意味着，SpaceX 现在有一对位于卡纳维拉尔港的整流罩回收船。GO Chief 女士号 8 月 10 日抵达卡纳维拉尔港，SpaceX 公司位于佛罗里达州的技术人员负责对该船进行升级。

与 GO Tree 女士号相比，这两艘船几乎完全相同：它们都是由海湾船舶有限公司（Gulf Craft, LLC）建造的，均为 62m×10m，额定吨位约为 405t，最高时速为 26~32 节（满载与空载）。唯一不同的地方是 GO Chief 女士号功率比 GO Tree 女士号提高了 5%。

SpaceX 的下一次发射据信都是 60 颗卫星的“星链”任务，其是否将标志着 Chief 的首次使用，以及首次尝试同时回收两瓣猎鹰整流罩仍需拭目以待。另外，在 8 月 6 日 SpaceX 第二次成功捕获整流罩半部分之后，该公司拥有了两瓣回收的整流罩，满足了制造一个完整的、经过飞行验证的整流罩的条件。媒体推断，“星链”发射任务可能支持重复使用整流罩的首次飞行，并且可能首次尝试同时回收两瓣整流罩。

（龙雪丹）

SpaceX 升级 LC-39A 为未来“超重-星船”任务做准备

据美国航天新闻网站 2019 年 8 月 2 日报道, 8 月 1 日, NASA 公布了一份由美国 SpaceX 公司编写的环境评估报告, 其中一张地图显示了对肯尼迪航天中心 LC-39A 发射工位的改造计划, 该计划旨在为其下一代星际运输系统——“超重-星船”的发射和回收提供支撑。LC-39A 目前承担猎鹰 9 和猎鹰重型火箭的发射工作。

计划显示, “超重-星船”的火箭将在海上回收, 报告指出未来也可能会有对其采取陆地回收。而飞船最初在 LZ-1 着陆区进行着陆, 但该公司打算在 LC-39A 再建一个平台, 供其未来陆地回收。报告称, 这些设施将能支持“超重-星船”每年进行多达 24 次发射, 而猎鹰系列火箭在这里的发射则会相应减少。报告指出, 由于运载能力更高, 同猎鹰 9 和猎鹰重型火箭相比, “超重-星船”可发射更多有效载荷, 并让总体发射节奏有所放缓。

SpaceX 公司排除了从其现有另外两个发射场进行“超重-星船”发射的可能性, 分别是卡纳维拉尔角 LC-40 和范登堡空军基地 LC-4。原因是改造工作量较大, 且范登堡不支持“绝大多数”任务的飞行路线。报告结论是, “LC-39A 提供了可用房产、原有建设项目、与人口中心距离和可用通畅发射方位的最佳组合, 从而能最大限度地保证实用型发射的公共安全”。

报告并未涉及“超重-星船”技术设计的新细节。报告称该系统火箭级将采用 31 台猛禽发动机, 但艾伦·马斯克 7 月在社交网站上曾透露, 按目前的设计, 火箭级要采用 35~41 台猛禽发动机。马斯克表示将在不久后就“超重-星船”设计的变化情况做更详细的介绍。(龙雪丹)

SpaceX 公司“跳跃者”号完成首次试跳

据航天飞行网 2019 年 7 月 26 日报道,7 月 25 日晚 11:45,SpaceX 在其位于南德克萨斯州的试验场地完成了“跳跃者”号试验飞行器的首次试跳。

“跳跃者”号试验飞行器是该公司下一代星级运输系统——“超重-星船”中的飞船的原型机,将开展一系列低空飞行试验。本次试验中,“跳跃者”号点燃其唯一一台猛禽发动机,升空并离开发射台数米,在空中停留的时间约为 10~15s,随后返回同一发射台。

SpaceX 曾在此前一天尝试进行试验,但在发动机点火后 3s 就关机了,“跳跃者”号未离开地面。马斯克称,终止试验是由于发动机的燃烧室压力过高,而导致该现象的原因是发动机注入的甲烷和液氧推进剂温度低于预计温度。

此次试飞后,马斯克表示,“跳跃者”号接下来的一次试验将瞄准 200m 高度,并在一两周内进行。除了这枚用于低空试飞的原型机以外,SpaceX 还在南德克萨斯州和佛罗里达州两地分别建造“星舰”的 1 型原型验证机。马斯克表示,这些原型验证机最快在两三个月内开始飞行试验,再过几个月后就有可能入轨试飞。(龙雪丹)

猎户座服务舱完成关键推进测试

据 NASA 网站 2019 年 8 月 6 日报道,为将航天员送上月球执行“阿尔忒弥斯”任务,NASA 正在测试猎户座推进系统,以确保猎户座飞船在遇到意外时,能够带着航天员安全逃逸。最近,NASA 对推进系统进行了持续 12 分钟的点火发射,模拟了可能的替代任务场景,验证了这种能力。

8月5日的测试在NASA白沙测试设施中使用推进系统的合格版本进行。虽然该系统从未离开地面，但模拟了飞船发动机在发射后可能遇到的最意外的情况之一——中止轨道测试。如果临时低温推进阶段（ICPS）无法将飞船送上月球轨道，猎户座飞船将与ICPS分离，由ESA提供的服务舱的发动机将点火，以将飞船推进到安全的临时空间。这样可以留出时间对乘组人员和飞船进行评估，决定去执行替代任务还是返回地球。执行替代任务时，即使轨迹和主要任务目标已经改变，猎户座及其乘组人员可能仍能够完成一些任务目标。

在测试过程中，工程师们通过对服务舱上的猎户座主发动机以及八台辅助发动机点火，顺利模拟了中止轨道方案。在整个试验过程中，每个反作用控制推进器也被定期点火，以模拟姿态控制和整个推进系统的能力。

据称，这是一次对增压系统最苛刻的测试，包括推进剂罐、阀门和其它部件，也是迄今为止和未来几个月为模拟应急模式和其他飞行压力状况而进行的一系列试验之一。

服务舱推进系统的鉴定版本将用作试验台，验证多种类型发动机、推进系统和其他相关子推进系统的性能。

作为猎户座飞船的动力系统，服务舱提供空间机动、动力和其它航天员生命保障系统，包括水、氧和氮等消耗品。NASA肯尼迪航天中心的工程师们正在将已完成的“阿尔忒弥斯”-1任务的乘员舱和服务舱组合到一起，然后于今年秋天早些时候将飞船送至俄亥俄州桑达斯基的NASA梅溪站进行太空环境模拟试验。在俄亥俄州完成测试后，飞船将返回肯尼迪进行最终处理，并与航天发射系统（SLS）火箭对接。

“阿尔忒弥斯”-1任务是绕月无人飞行，这将对SLS和猎户座飞船的首次全程试飞。“阿尔忒弥斯”-2任务将是首次载人飞行。两次任务都是为2024年首位女性航天员和下一位男性航天员登陆月球奠定

基础，同时为未来的火星任务做准备。

（占康）

航天员系统

在太空锻炼可以预防航天员返回地球时发生晕厥

据澳大利亚每日航天网站 2019 年 7 月 22 日报道，德克萨斯大学西南医学中心的研究人员称，在执行任务期间定期锻炼，并在返回地球后接受静脉滴注盐水的航天员，并没有经历因血液流向脚所引起的体位性低血压。体位性低血压通常发生在一个人较长时间坐或躺后站起来时，俗称“头晕”，但是从零重力空间环境返回地球时也会引发这种导致眩晕和晕厥的条件。

自载人航天计划开始以来，最大问题之一就是航天员降落到地球时晕倒，而且处于无重力的太空环境中时间越长，风险似乎就越大。这一问题困扰了太空计划很长一段时间，但这种情况普通人也经常经历。

在这项研究中，年龄为 43~56 岁之间的 12 名航天员（8 位男性和 4 位女性）在 6 个月的在轨驻留期间，每天进行长达 2 个小时的耐力和抗阻锻炼训练，在返回地球时，他们接受了静脉滴注盐水。航天员进入太空前、在太空中和返回地球后的每一次心跳都要测量血压，测量结果显示，每个阶段的血压几乎没有变化。此外，航天员返回地球后没有任何晕眩或头晕的感觉。最令人吃惊的是航天员在太空中度过六个月后表现这么好。这是对抗措施有效性的有力证据，即锻炼方案和液体补充。

尽管研究结果充满希望，但尚有一些不足，除样本量小外，研究者并没有区分航天员在轨驻留期间的血压读数是睡时还是醒时获取的。

（武艳萍）

红酒中的化合物有助于保护前往火星的航天员

据澳大利亚每日航天网站 2019 年 7 月 18 日报道，白藜芦醇是红酒中的一种酚类物质，可以在航天员长期驻留太空期间保护其肌肉，比如前往火星的任务中。最近科学家们发现，这种补充剂可以保护生活在接近火星微重力环境条件下的实验老鼠不受肌肉萎缩的影响。

研究表明，长时间处于太空中会对身体的肌肉和骨骼产生负面影响。当重力较弱时，身体的骨骼和肌肉不需要做太多的功，而当骨骼和肌肉不工作时，它们就会萎缩或变得虚弱。负重的主要骨骼和肌肉比如小腿的比目鱼肌首先萎缩。在太空停留 3 周后，人类的比目鱼肌就会收缩三分之一，并伴随着慢速收缩肌纤维的丢失，而慢速收缩肌纤维为肌肉耐力所必需。

国际空间站上提供有锻炼设备来帮助航天员维持肌肉力量和健康，而在前往火星的长途空间任务中，航天员将不会有这些同样的资源。

科学家一直在寻找能够帮助航天员防止肌肉萎缩和骨质丢失的补充剂。白藜芦醇是一种存在于红葡萄和蓝莓果皮中的化合物，其潜在的健康益处已经被研究过。一些研究表明，这种化合物具有抗炎、抗氧化和抗糖尿病的作用。

已经证实，白藜芦醇能在实验老鼠完全无负荷期间保持骨骼和肌肉质量，实验中所采取的完全无负荷类似于太空飞行中的微重力。所以，每天适当的剂量可能也有助于减轻模拟火星重力中的肌肉功能失调。

为了复制微重力条件，科学家们给实验鼠安装了一个约束带，并将实验鼠从笼子的顶上悬吊起来，使它们的爪子几乎不接触地面。其中的半数大鼠饮水中补充白藜芦醇，所有老鼠吃同样的鼠粮。在为期

14 天的实验中，科学家们测量了老鼠的小腿围和后爪握力。结果显示，饮水中没有添加白藜芦醇的老鼠，其肌肉变小变弱，而饮水中补充了白藜芦醇的那些大鼠几乎完全阻止了肌肉骨骼的萎缩。研究人员表示，这种化合物的抗炎和抗氧化作用有助于保护肌肉和骨骼健康，该化合物可能还预防了胰岛素不敏感性降低。

白藜芦醇治疗通过增加胰岛素敏感性和肌纤维中的葡萄糖摄入，促进了糖尿病或无负荷动物的肌肉生长。该结果与航天员有关，因为已经明确航天员在航天飞行中胰岛素敏感性会降低。未来还需要更多的实验以确定男性和女性的理想剂量水平，并测试可能与其他药物和补充剂产生的并发症。

（武艳萍）

商业航天

美国商业载人运输系统瞄准秋季试飞

据美国航天新闻网站 2019 年 8 月 20 日报道，波音公司和 SpaceX 公司预计今年秋季对其商业载人运输系统进行关键测试飞行，SpaceX 公司仍然希望 2019 年能够将宇航员送往国际空间站。

8 月 19 日，在印第安纳波利斯举行的美国航空航天学会（AIAA）推进和能源论坛的一次小组讨论中，波音公司空间探索全球销售和营销总监彼得·麦格拉思表示，波音公司正在为 CST-100 星际客机的首次无人试飞（即轨道飞行试验）进行最后阶段的准备工作。该试验预计今年 10 月进行。

此外，在无人试飞之后不久，波音公司将对航天器的发射逃逸系统进行发射台中止试验。随后的载人试飞时间由 NASA 决定，搭载的宇航员为迈克·芬克和妮可·曼以及波音宇航员克里斯·弗格森。目前，

波音公司已经完成了对星际客船其他各方面的测试，包括其降落伞系统和航天器服务舱发射中止推进器的静态点火测试。2018 年，由于飞船上一个阀门的问题使试飞工作推迟，目前该问题已经得以解决。

今年 3 月，SpaceX 公司完成了载人型龙飞船的无人试飞任务，将其送到了国际空间站，该任务代号为 DEMO-1。然而，该飞船在 4 月于卡纳维拉尔角进行的静火试验准备期间被毁，因此，飞行中止试验和载人试飞（DEMO-2）都被推迟。

2019 年 7 月，SpaceX 公司宣布，上述事故可能是由飞船的一个止回阀造成的，该止回阀失效使四氧化二氮氧化剂泄漏到氦气加压系统中，然后将其推回到阀门中，引发爆炸。不过，当时该公司也曾表示仍在研究导致失败的其他潜在原因。SpaceX 公司负责制造和飞行可靠性的副总裁汉斯·柯尼格斯曼在本次小组讨论中表示，目前，这项调查已接近尾声，有可能在下个月完成。该公司的商业载人运输系统飞行中止试验将在 10 月或 11 月进行。此外，柯尼格斯曼还表达了 SpaceX 公司希望今年进行 DEMO-2 载人试飞的愿望，参与载人试飞的宇航员包括 NASA 宇航员鲍勃·本肯和道格·赫尔利。（龙雪丹）

★ **俄罗斯类人机器人 FEDOR 更名为 Skybot** 俄罗斯能源火箭航天集团日前表示，在即将于 8 月实施的类人救援机器人 FEDOR（全称为“最终试验演示验证物体研究”，由安卓技术公司和俄罗斯先进研究项目基金会联合研制）首次太空飞行任务之前，该公司已将其名字重新命名为 Skybot。Skybot F-850 型机器人及配套控制设备目前已运抵能源公司，随后计划在 8 月 22 日搭乘联盟 MS-14 货运飞船前往国际空间站（ISS）。Skybot F-850 机器人含有人工智能元素，将是首个坐在飞船指令长位置上的机器人，能够自主移动和工作，也可切换成远程控制模式，在操作人员的控制下工作。该机器人在飞船发射前可语音播报准备状态，在发射和飞船飞行期间，可语音播报飞行参数和观测到的各种事件。在联盟 MS-14 货运飞船完成与 ISS 的对接后，Skybot F-850 将被转运到俄罗斯舱段上，然后在航天员亚历山大·斯科沃尔佐夫的监控下开展一些规定性任务，随后机器人将于 2019 年 9 月 7 日返回地球。（赵晨、肖武平）

★ **日本航天员野口聪一将成为美国新型商业飞船乘员组的首位外国航天员** 野口聪一已加入美国新型商业飞船的乘员组，这意味着其将成为美国本土发射新型商业载人飞船上的首位外国航天员。野口聪一目前已开始进行相关的太空飞行训练，但美国国家航空航天局（NASA）目前还未确定野口聪一将搭乘哪艘商业载人飞船飞往国际空间站（ISS）。野口聪一曾分别在 2005 年和 2009～2010 年搭乘美国的发现号航天飞机和俄罗斯的联盟 TMA-17 飞船前往 ISS。

（赵晨）

★ **俄罗斯将在国际空间站上开展“月球漫步”实验** 以研究人类在月球和火星重力条件下的身体机能情况。实验计划于 2019 年至 2024 年间开展，受试者为 12 名航天员，他们将在可以模拟出类似月球重力（约 0.17g）和火星重力（约 0.38g）的特制跑步机上进行多次测试。科学家称，目前缺乏人类在月球和火星上的活动数据，而现有的美国宇航员登月视频记录显示人体机能在月球表面急剧下降。在载人航天飞行期间，航天员在返回地球后的头几个小时内通常无法自主活动，而此时一旦需要紧急撤离飞船，对于航天员来说就会特别危险。经历短途飞行后，人体机能通常需要在着陆后的 48~72 小时才能恢复；而对于长途飞行，身体则可能需要数天甚至数周才能恢复。科学家希望通过开展该实验，提出对航天员在月球和火星上工作时进行移动的要求，并开发出在低重力环境下工作时可以避免身体机能紊乱的方法。此前有报道称，美国宇航员在月球停留期间曾尝试过多种移动方式，比如步行、走跳和跑跳。其中，步行被认为是最好的移动方式，不过在步行过程中需要始终保持身体前倾，以补偿身后背负的生命保障背包造成的后缀趋势。（肖武平）

★ **JAXA 宣布将于 9 月 11 日发射 HTV-8 货运飞船** JAXA 决定于 9 月 11 日 6 点 33 分使用 H-2B 火箭发射 H-2 转移飞行器-8(HTV-8) 货运飞船。HTV-8 将搭载 3.5 吨增压物资和 1.9 吨非增压物资运送至国际空间站。3.5 吨增压舱物资中除食物、水和生活用品外还包括使用激光与地面通信的“小型卫星光通信系统”（SOLISS）、舱内培养活体动物的细胞培养追加装置（CBEF-L）以及数颗立方体卫星等；非增压舱物资包括 6 组新型锂电池等。（肖武平）

★ **俄罗斯科学院地理化学分析研究所强调登月需先解决月尘问题** 月尘对人体而言非常危险，可粘附在着陆器表面、缝隙中以及人体皮肤表面，并刺激眼睛，可能引起鼻炎。如果人类在月球上作业，

将会与矿工一样容易患上尘肺病，大颗粒月球尘埃会使人咳嗽，小颗粒（小于 20 微米）尘埃则会长期滞留在人体肺部。因此，要想登陆月球，必须要先解决月尘问题。（周生东）

★ 太空辐射和长期失重两大问题影响火星登陆进度 从技术上讲，如果国家政治需要且财政支持，其实人类几十年前就可以登陆火星，然而，太空辐射和长期失重两大问题仍然困扰着专家，至今也无法得到解决。1960~1970 年期间执行“阿波罗”登月任务时，因飞行时间较短，并未涉及到太阳的长期辐射问题，但如若登陆火星，则需要数月飞行时间，太阳辐射问题将变得尤为重要，必须对航天员采取必要的防护措施。专家称，即使短期失重，也会影响到人的视力、骨组织、甚至基因结构上的变化，并且对人脑也有影响，如认知能力下降。目前，人们已经在国际空间站上开展了太空对人体影响的各项研究，将来，中国空间站以及美国月球门户都会涉及到该领域的研究。

（周生东）

★ 俄罗斯拟制定应对方案防范太空垃圾威胁 旨在加强俄罗斯对太空威胁的防范。据计算，每天落到地球上的尘埃、流星体和陨石等太空垃圾大约有数百吨，每年大约 3 万吨。与此相比，人造空间垃圾（卫星、火箭各级的脱落和空间设备碎片）在大气层中的下降要少得多。因为一般来说，不同轨道上只有八千吨的人造卫星，但太空垃圾不仅仅是对地球的头号威胁，更是航天器的最大威胁。（杨敬荣）

★ 2020~2021 年美国计划三次向国际空间站运送太空游客 6 月初，美国对外宣称，从 2020 年开始开启太空旅游项目，每年计划向国际空间站发射两次，每位太空游客如果在国际空间站停留 1 个月，费用将超过 5900 万美元。据称，2020 年 10 月、2021 年 3 月和 8 月共进行三次太空游客的运送任务，每次可载乘 3 名游客，在国际空间站停留约 1 个月。而在此之前，太空旅游运营商只有利用俄罗斯联盟

号载人飞船才能送游客进入国际空间站。2001~2009 年间，共有 7 名太空游客进入太空，其中，美国商人查尔斯·西蒙尼飞过两次，10 天的太空旅游费用大约在 2500 万~5000 万美元之间。（周生东）

★ **日本研制出新款的尿回收过滤器** 这种蒸馏器用于在航天飞行中将尿液转化为饮用水，日本航天员在不久的将来可以饮用从自己尿液中蒸馏出来的水。在月球或火星长期任务中，能够有效利用水的技术非常重要，这种装置有助于在太空探测中有效利用水资源。JAXA 的这一发明将在秋季运送到国际空间站（ISS）进行在轨验证测试，并将蒸馏过的尿液样品送回地面进行水质分析。这个装置通过树脂过滤器来去除尿液中的杂质，通过电解每天可以产生高达 0.8 升的水，回收率可以提高到 85%，高于 NASA 开发的、用于将航天员的尿液和汗液处理成清洁饮用水的蒸馏器和过滤器。（武艳萍）

★ **最新研究显示深空旅行可能会损伤大脑** 《eNeuro》杂志称，深空中存在的长期低剂量辐射会导致小鼠的神经和行为损伤。这些结果凸显出，在航天员准备前往火星的深空任务中，迫切需要制定安全措施来保护大脑免受辐射损害。众所周知，辐射会干扰大脑对信号的处理。然而，以前的实验使用的是短期、高剂量率的辐射暴露，这并不能准确地反映太空条件。为了研究深空旅行对神经系统的影响，加州大学欧文分校、斯坦福大学、科罗拉多州立大学和东维吉尼亚医学院将老鼠暴露在长期低剂量辐射下长达 6 个月之久。研究发现，辐射暴露损害了海马体和前额皮质的细胞信号传递，导致学习和记忆力损害。他们还观察到焦虑行为的增加，这表明辐射也会影响大脑杏仁核。研究人员预测，在一次深空任务中，大约五分之一的航天员会出现类似焦虑的行为，三分之一的航天员会出现一定程度的记忆力损害。此外，航天员可能会在做决定时遇到困难。（管春磊）

★ **印度为首次载人航天任务订购俄罗斯航天服** 俄罗斯星星公

司总经理兼首席设计师谢尔盖·波兹尼亚科夫表示,印度为其首次载人航天任务订购了该公司的设备。印度计划 2022 年发射,所剩时间不多。因此,公司已经收到了向印度提供相关设备的请求。俄罗斯和印度将在 2019 年就该问题展开务实合作。印度政府此前批准在莫斯科成立 ISRO 技术联络小组 (ITLU),此前两国签署了一项协议,为印度航天计划选拔和训练航天员。该计划预计耗资 13.1 亿美元以上。印度还寻求扩大与其它国家的航天合作,在华盛顿和巴黎设立类似的办事处,与美国和欧洲的政府和航天机构开展合作。 (管春磊)