

# 载人航天动态

第9期（总第48期）

2011年9月25日

## 本期导读

### 主要航天国家讨论《全球探索路线图》 (1)

国际空间探索协调组举行会议，推进《全球探索路线图》的相关工作。该路线图将进一步落实长期空间探索战略，为协调各成员国航天部门的行星际探索活动，先进技术发展以及国际空间站利用等方面的规划提供指导。

### 俄罗斯公布“进步”号飞船发射失败原因 (4)

8月24日，俄罗斯使用“联盟”-U火箭发射“进步”号货运飞船失败。根据调查委员会的初步结论，用于为二级火箭发动机气体发生器输送燃料的管路堵塞，造成燃料供给不足，最终导致火箭发动机紧急关机。这是“进步”号货运飞船自执行国际空间站任务以来首次发射失败。

### NASA 公布重型运载火箭系统设计方案 (5)

NASA 公布重型运载火箭设计方案，标志着美国新一代载人深空运输系统的研发进入新阶段。该火箭将用于深空探索任务中运送“猎户座”多用途载人飞船，以及货物和科学仪器，同时还将作为国际空间站的备份运输系统，将为美国提供安全、经济可承受的深空载人探索能力。

# 目 录

## 发展战略

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 主要航天国家讨论《全球探索路线图》 .....           | 1 |
| 美国家研究委员会：NASA 需要保留高素质的航天员队伍 ..... | 2 |
| NASA 首席技术专家评论国家研究委员会中期报告 .....    | 3 |

## 运载器系统

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| 俄罗斯公布“进步”号飞船发射失败原因 .....      | 4 |
| NASA 公布重型运载火箭系统设计方案 .....     | 5 |
| ATK 公司进行第三次五段式固体火箭助推器试验 ..... | 7 |

## 航天器系统

|                            |   |
|----------------------------|---|
| “猎户座”多用途载人飞船开始进行声学试验 ..... | 8 |
| NASA 开展低温推进剂空间存储概念研究 ..... | 9 |

## 国际空间站

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| NASA 考虑国际空间站无人值守应对措施 .....    | 10 |
| 国际空间站完成首次在轨直播 3D 视频图像任务 ..... | 11 |

## 深空探测

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| NASA 发射“圣杯”号月球探测器 .....     | 12 |
| NASA 选定三项航天技术飞行演示验证提案 ..... | 13 |

### 主要航天国家讨论《全球探索路线图》相关工作

据 NASA 网站 2011 年 8 月 30 报道，来自美国、俄罗斯、欧洲、加拿大、日本、韩国等 10 个国家或组织航天机构的高级管理人员代表 8 月 30 日在日本京都举行会议，讨论《全球探索路线图》的相关工作。该路线图的主要作用是为协调各成员国航天机构的行星际机器人探索活动、先进技术发展，以及国际空间站利用等方面的规划提供指导。

作为致力于为成员国航天机构交流空间探索活动信息提供平台的非营利性国际协调组织，国际空间探索协调组（ISECG）已经制定了一项长期的人类空间探索战略。该战略以国际空间站为起点，扩展人类在太阳系中的存在，最终进行载人登火星任务。为了实现这一战略，国际空间探索协调组先后制定了《人类月球探索体系架构》和《全球探索路线图》。该路线图明确了空间探索的两条可能发展路径——“到达小行星”（Asteroid Next）和“到达月球”（Moon Next）。每条路径都描述了未来 25 年的任务规划，包括机器人探索任务和载人探索任务。两条路径都被认为是参与机构共同实现高水平探索目标的可行方法，同时也允许各机构在发展过程中有所不同。各成员国已同意将在未来数周内完成并公开发布《全球探索路线图》初稿。

日本航空航天探索局（JAXA）代表、国际空间探索协调组组长谷川祥之认为，《全球探索路线图》将从技术层面协调近期和远期空

间探索规划。美国国家航空航天局（NASA）负责载人探索与运行部的副局长威廉姆·格斯登迈尔表示，路线图在参会各航天机构的努力下将得到进一步改进，从而提高各航天机构的合作能力，确保载人探索的健康、平稳发展。会议同时重申了国际空间探索协调组的任务是：推动各国航天机构的合作关系，以体现全球协同空间探索的成果。

## **美国家研究委员会：NASA 需要保留高素质的航天员队伍**

据美国国家研究委员会（NRC）网站 2011 年 9 月 8 日报道，美国国家研究委员会近期发布研究报告称，NASA 目前的航天员队伍缺乏稳定性，无法满足国际空间站预期的任务需求。NASA 应当采取必要措施，确保拥有一支训练有素的航天员队伍，以满足国际空间站及其他任务需求。

报告认为，在航天飞机退役和国际空间站转向全面应用的过渡期时期，保持航天员的高素质、多样性和数量的稳定尤为重要，同时确保 NASA 具有足够的训练设施也是必要的。近年来，美国航天员的人数已大幅减少，从 2000 年的近 150 名锐减至 2011 年的 61 名，其原因是航天飞机退役和国际空间站从建设阶段转为应用阶段。然而，NASA 目前使用的最低雇员需求的预测模式，没有充分考虑如退休、医疗问题取消资格等因素所带来的不确定性。因此，报告建议 NASA 增加航天员需求冗余，以保持一个训练有素的专业的航天员队伍。

报告称，尽管航天飞机退役减少了一定的航天员培训需求，但国际空间站的应用却提出了一些新的复杂要求，航天员不仅要精通美国舱段的设备，同时还要熟悉欧洲、日本和俄罗斯舱段的设备，必须能

够熟练使用空间站上的软件、进行出舱活动、操作空间站的机械臂以及其他任务。

决定人员需求的另一个重要因素是航天员的健康，特别是长期飞行对健康要求非常严格，已经有 13 名航天员在分配任务后被发现其健康不适合执行长期飞行任务。此外，由于宇宙环境对于身体健康的各种影响，如视力问题、骨质流失或者辐射等，使得并非所有返回的航天员都能重新获得继续执行国际空间站任务的资格。报告同时强调，NASA 需要在后航天飞机时代保留用于航天员训练的相关地面设施。

此项研究报告由 NASA 资助，国家科学研究院、国家工程院、医学研究院和国家研究委员会组成的国家研究院负责研究。

## **NASA 首席技术专家评论国家研究委员会中期报告**

据 NASA 网站 2011 年 8 月 30 日报道，NASA 在 2010 年 11 月发布了《航天技术路线图草案》。2011 年，美国国家研究委员会（NRC）发布了对该草案的中期评估报告。8 月 30 日，NASA 首席技术专家鲍比·布劳恩发表了对 NRC 中期报告的声明，内容如下：

NASA 赞扬并感谢 NRC 及其委员会成员制定发布了《NASA 航天技术路线图草案中期报告》，这是一篇具有重要评价意见的、系统的中期分析报告，其中一部分鲜明的观点特别值得关注：

- 成功执行 NASA 未来的太空探索任务将依赖先进技术的研究，此类研究应该已经开始进行。
- NASA 的技术基础已大大削弱。

- 以现在可利用的技术，来完成许多期望中的地球轨道、月球轨道、火星轨道以及火星以远的空间任务是难以实现的。
- 美国在航天领域的领导地位需要持续的技术发展作为基础。

布劳恩表示，尽管 NASA 仍在评审该中期报告的细节，但大体上同意报告中的观点并期待将在 2012 年 1 月完成的最终报告。NASA 将利用 NRC 的报告结论作为 2012 财年航天技术投资决议的指南。

## 运载器系统

### 俄罗斯公布“进步”号飞船发射失败原因

【本刊综合】 2011 年 8 月 24 日，俄罗斯联邦航天局使用“联盟”-U 运载火箭发射“进步” M-12M 飞船。点火 325 秒后，火箭二级发动机非正常关机，导致发射任务失败。近期，俄罗斯联邦航天局公布了调查委员会的初步结论：用于为二级火箭发动机气体发生器输送燃料的管路堵塞，造成燃料供给不足，最终导致发动机紧急关机。

此次“进步”号飞船的任务是为国际空间站运送 2.67 吨的补给，并对空间站进行 3 次轨道提升。这是“进步”号货运飞船第 44 次执行国际空间站任务，此前进行的 43 次发射全部取得成功。用于飞船发射的“联盟”-U 由“联盟”火箭改进而来，1973 年实现首飞，近地轨道运载能力 7.3 吨，主要用于发射低地球轨道卫星和货运飞船。

“联盟”-U 是俄罗斯迄今为止执行发射任务次数最多的运载火箭，成功率超过 97%。在 21 次发射失败任务中，20 次用于发射近地轨道卫星，1 次发射“联盟” T-10 载人飞船。

俄罗斯原计划 9 月 22 日使用“联盟”-FG 火箭发射“联盟”TMA-22 载人飞船，该火箭是“联盟”-U 的改进型，2001 年进行首飞，先后执行了 26 次发射任务，全部获得成功。由于“联盟”-FG 的二级发动机与此次出现故障的发动机属同一型号，为了确保安全，俄罗斯已将发射日期推迟到 11 月中旬。俄罗斯的“联盟”号载人飞船是目前唯一能够运送航天员往返国际空间站的运输工具。

针对此次发射失败，俄罗斯航天界的一个普遍观点是，生产和发射过程中质量监管的缺失是造成此次事故的主要原因。调查委员会正在分析火箭生产过程中和发射准备阶段未能发现故障的原因，以及今后降低人为失误因素的方法。委员会建议俄罗斯联邦航天局加强对生产阶段的质量监控。俄联邦航天局局长波波夫金强调，下一步将根据调查委员会提供的结果制定技术措施和实施方案，其中加强对航天工业部门产品生产质量的监督将是首要举措之一。为此，俄罗斯联邦航天局拟组建一个直属机构专门负责此项工作。

自 2010 年 12 月以来，俄罗斯航天事故频发，已造成 5 颗卫星发射失败。最近的一次是 8 月 18 日使用“质子”号火箭发射“快车-AM4”通信卫星。造成此次失败的原因是由于飞行程序设计的失误，“微风-M”上面级的陀螺稳定平台转动时间间隔被缩短，导致“微风-M”第四次点火后飞行方向发生偏转，并最终将卫星送入错误轨道。

## **NASA 公布重型运载火箭系统设计方案**

据 NASA 网站 2011 年 9 月 14 日报道，9 月 14 日，NASA 公布空间发射系统（SLS）——先进重型运载火箭的设计方案，标志着美

国新一代载人深空运输系统的研发进入新阶段。该空间发射系统用于深空探索任务中运送“猎户座”多用途载人飞船，以及货物、设备和科学仪器，同时还将作为国际空间站的备份运输系统。新的空间发射系统将为美国提供全新的、安全的、经济可承受的到达近地轨道以远空间的载人探索能力。

按照设计方案，新的重型运载火箭系统将集成航天飞机和星座计划的技术成果，利用已得到验证的硬件和先进工具、制造技术等，以大幅降低研发和运行费用。火箭将采用液氧和液氢推进系统，最初的近地轨道运载能力为 70 吨，芯级采用航天飞机的 RS-25D/E 主发动机，捆绑固体火箭助推器。火箭高约 97.5 米，发射质量 2500 吨，起飞推力 3810 吨，是“土星”-5 火箭推力的 1.1 倍。改进后的火箭运载能力将提升到 130 吨，在原有基础上加装采用 J-2X 发动机的上面级，高约 121.9 米，发射质量 2950 吨，起飞推力 4173 吨，捆绑的助推器类型将在考虑性能需求和经济可承受的基础上通过竞争来选择。按照设计方案规划，火箭将在 2017 年底进行首次飞行。

新的重型运载火箭系统选择渐进式发展方式和模块化结构设计，以便 NASA 尽早启动研制工作。模块化的发射系统，能根据任务需求利用不同的组件进行组装来实现。由于不是每次任务都需要 130 吨的运载能力，模块化结构使得 NASA 可选择不同的芯级、上面级和助推器的组合来实现任务所需的发射能力。采用灵活的结构设计，新型运载火箭可用于载人和货运等不同的发射任务。

新的重型运载火箭系统将是继“土星”-5（曾在 40 年前把美国航天员送到月球）之后，NASA 首个具备深空探测能力的运载火箭。



其强大的运输能力将扩展美国在太阳系中的存在范围，使得美国能够进行月球、近地小行星、火星及其卫星，甚至火星以远的探索任务。NASA 局长博尔登表示，新的航天发射系统将确保美国航天领域领导地位的延续，并为美国航天领域提供大量的就业岗位。

## **ATK 公司进行第三次五段式固体火箭助推器试验**

据澳大利亚每日航天网站 2011 年 9 月 12 日报道，NASA 与 ATK 公司于 9 月 8 日在美国犹他州沙漠地区进行了第三次五段式固体火箭助推器静态点火试验。试验的主要目的是测试发动机的性能，验证发动机连接处的新材料在高温下的工作情况。初步的试验数据表明发动机的性能达到设计目标，燃烧持续时间超过 2 分钟，产生推力约 1600 万牛，功率约 1640 万千瓦，表现出其在重型运载火箭和商业运载火箭领域的应用潜力。

该五段式固体火箭助推器是目前世界上制造出的最大固体火箭助推器，直径 3.66 米，长 47 米，基于航天飞机使用的四段式助推器，融合了现代工艺和材料，可以多产生 30% 的推力，并且成本更低，质量更轻。起初 NASA 与 ATK 签订合同研制该助推器的目的是用于“阿瑞斯”1 运载火箭，“星座”计划取消以后，研制用途调整为用于美国下一代重型运载火箭的捆绑式助推器。根据 NASA 目前公布的新重型运载火箭设计结构，该五段式固体火箭助推器将应用于新火箭的初步研制和飞行测试阶段。在运载能力达 130 吨的改进型火箭设计中，将通过竞争的方式选择使用固体火箭助推器或液体火箭助推器。

此次试验的成功标志着美国重型运载火箭研发工作的一大进展。目前，ATK 公司在进行相关研发的同时，还加强了设施建设和生产管理，以进一步减少发动机研制成本。按照 NASA 计划，该固体火箭助推器将于 2012 年进入下一阶段鉴定测试，以验证是否可以用于飞行试验。

## 航天器系统

### “猎户座”多用途载人飞船开始进行声学试验

据美国航空周刊网站 2011 年 8 月 18 日报道，洛克希德·马丁公司负责建造的“猎户座”多用途载人飞船/发射中止系统（MPCV/LAS）从 8 月 17 日开始进行一系列的声学环境测试，以模拟未来载人深空探测任务中，发射阶段或逃逸状态下，飞船关键部件的性能。按计划，测试将在 10 月末或 11 月初结束

整个测试分为三个阶段：在第一阶段为期三天的测试中，MPCV/LAS 分别暴露在 141 分贝、147 分贝和 150 分贝的声学环境中，测试系统关键部件的性能；第二阶段，工程师将对测试系统进行重新结构配置，加装防护整流罩后，再进行不同声学环境下的测试；第三阶段，测试系统将添加服务舱模拟器，以测试完整构型的“猎户座”多用途载人飞船系统的声学环境性能。

2010 年 5 月，MPCV/LAS 在白沙试验场完成了紧急中断发射测试。2011 年 7 月，不带发射中止系统的“猎户座”多用途载人飞船完成了声学测试。在本阶段的声学测试完成后，该测试系统将进

行振动测试，之后安装可用于水面降落的隔热板，并在 2013 年初在 NASA 的兰利研究中心进行一系列的坠落测试。按计划，“猎户座”多用途载人飞船系统将在 2013 年 7 月开始进行无人飞行测试。

## **NASA 开展低温推进剂空间存储概念研究**

据美国航天新闻网站 2011 年 8 月 22 日报道，NASA 希望在 2015 年开展一项飞行演示任务，验证在太空长期存储和传输低温火箭燃料所需要的核心技术。在空间存储和传输低温火箭燃料的能力可以减少深空探索对大推力运载火箭的需求，对于未来低地球轨道以远的深空载人探索任务意义重大。

8 月 5 日，NASA 宣布 4 家公司分别获得最高 60 万美元的合同，研究验证在轨存储和传输液氢、液氧的任务概念。这四家公司分别是：分析力学联合公司、鲍尔航空航天技术公司、波音公司、洛克希德·马丁空间系统公司。其中，鲍尔航空航天公司的概念研究可能会部分承袭“下一代卫星航天器”（NextSat）技术。该航天器是鲍尔公司 2007 年为国防高级研究计划局（DARPA）研究的“轨道快车”项目在轨卫星服务任务的一部分。

NASA 在合同中规定的技术目标包括在空间“零损耗”存储液氧、“最小损耗”存储液氢的能力。由于液氢的沸点相对较低，仅为零下 253°C，且分子体积非常小，极易泄漏，因此在太空中难以存储，NASA 希望通过研究能够大幅提高太空中存储液氢的技术水平。同时，研究还必须解决微重力下的低温液体传输问题，包括在超冷液体推进剂的传输过程中不能产生气泡。根据 NASA 在 2011

年 4 月发布的征询书，这些公司必须提出在空间测量制冷剂流动的方法，以及发生泄漏时向存储系统发出警报的方法。

NASA 在 8 月 5 日的声明再次引起了一些航天团体的热议，他们认为 NASA 正在准备加速天基推进剂仓库的研发，天基推进剂仓库可以为过往航天器补充燃料。天基推进剂仓库的支持者们提议把仓库安置在低地球轨道、拉格朗日点（地月重力平衡点）或火星附近。按照发展规划，NASA 将用小型运载火箭，将低温燃料分批次送入预定地点。在空间稳定供应低温推进剂，能允许火箭发射时需要加注的低温燃料变少，从而减小发射质量。

## 国际空间站

### NASA 考虑国际空间站无人值守应对措施

据 Spaceflight now 网站 2011 年 8 月 29 日报道，美国航天飞机退役之后，俄罗斯的“联盟”号载人飞船成为唯一可向国际空间站运送航天员的运输工具。但“进步”号货运飞船 8 月 24 日发射失败，俄罗斯已决定将原定于 9 月 22 日发射“联盟”号飞船计划推迟到 11 月 12 日。由于国际空间站上的 3 名航天员已于 9 月 16 日搭乘“联盟”TMA-21 飞船返回，国际空间站在近 2 个月的时间内将只有 3 名航天员值守。尽管 NASA 表示对俄罗斯能够提供可靠的国际空间站载人飞行服务有信心，但另一方面也在考虑剩余 3 名航天员撤离后，国际空间站无人值守状态的应对措施。

自 2000 年 11 月以来，国际空间站上一直有航天员驻留，若此次

在俄罗斯能够发射“联盟”号载人飞船之前，不得不撤离全部航天员，将是 11 年来国际空间站首次出现无人照料的状态。在无人值守的情况下，国际空间站发生故障的概率将大大增加，如果发生一些必须由航天员才能维修的故障（如制冷泵发生故障）时，则可能引发一系列连锁反应，影响国际空间站的正常运行。

国际空间站的合作国已组织工程师对将空间站置于无人状态的程序进行评估，尽量确保地球上控制团队可以监测国际空间站各系统，并可针对尽可能多的潜在故障做出反应。NASA 国际空间站项目主管迈克尔·苏弗里迪尼在接受采访时介绍了航天员离开国际空间站时应采取的一些措施，如连接跨接电缆、配置加热系统、关闭舱门确保各舱段隔离等。航天员撤离国际空间站之后，国际空间站上需要航天员保障实施的生命科学和医疗研究项目将不得不暂停，但同时 NASA 官员表示安装在国际空间站外部的一些实验载荷，如用来寻找暗物质的阿尔法磁谱仪将继续工作。

俄罗斯联邦航天局 9 月 13 日宣布，俄罗斯将于 2011 年 10 月 30 日和 2012 年 1 月 26 日向国际空间站发射两艘货运飞船，2011 年 11 月 12 日和 12 月 20 日发射 2 艘载人飞船。

## **国际空间站完成首次在轨直播 3D 视频图像任务**

据法新社 2011 年 8 月 18 日报道，欧洲航天局（ESA）8 月 17 日表示，在人类开展航天活动的 50 年中，国际空间站航天员首次完成了在轨实况直播 3D 视频图像。

8 月 6 日，NASA 航天员使用立体摄像机拍摄国际空间站内部景

象，并将视频流实况传回了欧洲航天局位于荷兰的研究技术中心。观看者佩戴与在影院使用的眼镜相类似的偏光镜就可观看视频图像。欧洲航天局表示，其图像质量非常好，感觉如同身临其境。

此次实验使用了“伊拉兹马斯记录双筒望远镜”(ERB-2)进行成像，这是一个鞋盒大小的摄像仪器，该仪器还可用于未来国际空间站的外部景象拍摄，以支持航天员出舱活动或其他关键机器人作业。

## 深空探测

### NASA 发射“圣杯”号月球探测器

据 NASA 网站 2011 年 9 月 10 日报道，9 月 10 日 NASA 从卡纳维拉尔角空军基地使用“德尔塔”-2 运载火箭发射了“圣杯”号月球探测器 (GRAIL，重力恢复和内部实验室)。GRAIL 探测器由两个相同的探测器—GRAIL-A 和 GRAIL-B 组成，总投资约 5 亿美元，将执行首个测定月球内部结构的任务。

发射 1 小时 21 分钟后，GRAIL-A 同火箭上面级分离，又过 8 分钟后，GRAIL-B 同火箭上面级分离。每个探测器同上面级分离 6 分钟后展开太阳能电池板，按照预先设定路径飞往月球。前往月球的飞行需耗时三个半月，GRAIL-A 和 GRAIL-B 将分别于 2011 年 12 月 31 日和 2012 年 1 月 1 日到达预定位置。

两个探测器将在距月球表面约 50 千米的轨道上以 60~225 千米的间距运行。受月球重力的影响，二者的距离将不断发生变化。科学家通过测量月球重力场对探测器间距的细微影响，绘制出月球重力场

详细分布图, 将其与月球山区、撞击坑以及盆地等地貌特征结合起来, 可以推算出月球从外壳到内核之间的情况, 帮助重建月球的演化过程, 确认月球内部构成, 进而推进关于地球等太阳系内岩石类行星形成原因的科学研究。除此之外, 每个探测器还携带一组摄影设备, 发送回来的月球表面图片可供中小学生学习使用。探测器的任务期约 90 天, 工作完成 40 天后, 两个探测器将撞向月球表面。

GRAIL 任务是 NASA 马歇尔航天飞行中心负责的“发现”计划的一部分, 由喷气推进实验室负责任务管理, 洛克希德·马丁公司负责探测器制造。

## NASA 选定三项航天技术飞行演示验证提案

据 NASA 网站 2011 年 8 月 22 日报道, NASA 已经选择了三项技术领域提案作为飞行演示验证项目, 其目的是实现空间通信、深空导航和空间推进能力的变革。NASA 选择的依据是这些技术可以给未来的空间任务产生深刻影响, 同时近期内能够物化成产品。

三项技术领域提案分别是:

(1) 激光通信中继演示验证。该任务将飞行验证一种可靠的、高性能、高效费比的光学通信技术, 技术成果将直接应用于 NASA 的下一代空间通信网络, 届时所能达到的数据传输速率将是当前通信系统的 100 倍, 从而满足未来人类和机器人空间探索任务的需求。

(2) 深空原子钟演示验证。该任务将飞行验证一种微型汞离子原子钟的空间超高精度授时能力, 及其在单向无线电导航方面的优势。届时所获得的导航精度将是当前导航系统的 10 倍。精确授时和

导航能力对于一系列深空探索任务来说非常关键。

(3) 太阳帆演示验证。该任务将部署并运行一个大型太阳帆，其面积是已经飞行过的最大太阳帆的 7 倍。技术成果有潜力应用于大量未来太空任务，如先进的空间气象监测系统，以提供更加及时准确的太阳耀斑活动监测；以低成本的方式清除轨道碎片；以较少推进剂完成深空探测任务等。

原子钟和太阳帆验证任务将在 3 年内做好飞行准备，光学通信团队预计将用 4 年时间使该项技术成熟至可飞行状态。NASA 首席技术专家办公室计划为这 3 项任务总投入约 1.75 亿美元。为了降低成本，技术验证载荷将和商业火箭发射的其他载荷一起发射升空。发射任务预计在 2015 年和 2016 年进行。