

载人航天动态

第4期（总第55期）

2012年4月25日

本期导读

俄罗斯国家科学院制订太阳系探索十年计划 (1)

俄罗斯国家科学院4月9日发布了一份关于俄罗斯未来10年太阳系探索计划的报告，将月球和火星列为首要考察目标，构建月球基地是其重要选项之一。未来，俄罗斯空间探索的脚步将逐渐向木星、金星和水星等太阳系行星迈进。

印度政府批准2012财年航天预算开支 (2)

印度政府为印度空间研究组织批准的2012财年预算为671亿卢比（约合13亿美元），与2011财年预算基本持平。其中载人航天项目相关的预算为14.4亿卢比（约合2843万美元），还有12.5亿卢比用于2013年11月发射印度火星轨道探测器任务。

欧洲发射第三艘货运飞船ATV-3 (5)

3月23日，欧洲发射了携带6.6吨货物的第三艘货运飞船。飞船在29日与国际空间站对接后不久即发生电源连接故障，经多方协调，14小时后故障被排除。

目 录

发展战略

- 俄罗斯国家科学院制订太阳系探索十年计划.....1
- 印度政府批准 2012 财年航天预算开支2
- 空间活动的增加需要进一步研究空间法3

运载器系统

- NASA进行新型重型运载火箭助推器测试.....4

航天器系统

- 欧洲发射第三艘货运飞船ATV-3.....5
- 波音公司计划 2016 年进行CST-100 轨道飞行试验6

航天员系统

- 研究发现长期航天飞行影响航天员大脑和视觉.....8
- 俄罗斯联邦航天局开展航天员选拔工作9

国际空间站

- 国际空间站运输、利用与维护面临重大挑战.....10
- NASA准备举办空间站教育和推广实验活动.....11
- 俄罗斯将为国际空间站建造机器人航天员.....12

深空探测

- NASA计划进行深空原子钟技术飞行测试.....13

俄罗斯国家科学院制订太阳系探索十年计划

【本刊综合】 俄罗斯国家科学院 2012 年 4 月 9 日发布了一份关于俄罗斯未来 10 年太阳系探索计划的报告，将月球和火星列为首要考察目标，构建月球基地是其重要选项之一。未来，俄罗斯空间探索的脚步将逐渐向木星、金星和水星等太阳系行星迈进。

2012 年 3 月，俄罗斯联邦航天局向政府提交了《2030 年前空间探索战略》草案，其中涉及登月、建立火星站等一系列雄心勃勃的发展目标。俄罗斯国家科学院根据掌握的情报和资源，结合俄罗斯现有的航天技术水平和发展潜力，拟制了这份太阳系科学探索计划。

探索计划分为两个阶段：第一阶段计划在 2015 年发射“月球 - 资源”(Luna-Resurs)和“月球 - 全球”(Luna-Glob)探测器；第二阶段计划在 2020~2022 年发射两辆月球漫游车，并在 2023 年发射月球着陆站。俄罗斯未来计划在月球建立基地，而月球探测器和着陆站是月球试验区内首批重要的空间基础设施。

除了探索月球和火星外，俄罗斯国家科学院还在报告中建议 2025 年前进一步研究太阳活动对地球的影响、空间环境以及近地小行星；参加欧洲航天局的相关项目；2024 年后，分别向金星和水星发射探测器。

目前，俄罗斯正在积极参与欧洲航天局 (ESA) 的“地外火星”(ExoMars) 探索任务。该项目最初是 ESA 与美国

国家航空航天局（NASA）于 2009 年签署的合作协议，分别提供 12 亿和 14 亿美元合作完成，但近期 NASA 受 2013 财年预算削减的影响，有可能退出该项目。4 月 6 日，俄罗斯联邦航天局局长波波夫金和欧洲航天局局长多尔丹就该任务举行会谈，并签署合作意向书。最终的合作协议预计将在 2012 年 12 月签署，进而确定双方承担的任务和资金。

印度政府批准 2012 财年航天预算开支

据美国航天新闻网 2012 年 3 月 21 日报道，印度政府为印度空间研究组织（ISRO）批准的 2012 财年（4 月 1 日开始）预算为 671 亿卢比（约合 13 亿美元）。这与 2011 财年预算基本持平，不过由于多个项目启动推迟，过去一年的实际航天项目开支仅为 440 亿卢比。

预算最多的是航天运载器项目，为 231 亿卢比，约占预算总额的三分之一。其次是搭载有通信、广播、气象、搜索和救援等有效载荷的地球同步轨道卫星系统，预算为 122 亿卢比。其余的航天预算还包括：120 亿卢比用于卫星技术；76 亿卢比用于空间应用；56 亿卢比用于发射支持设施和跟踪网络；47.2 亿卢比用于空间科学；19 亿卢比用于其他项目。

预算中将有 12.5 亿卢比用于 2013 年 11 月发射印度火星轨道探测器任务。探测器将被发射到 80000 千米 × 500 千米的环火星轨道上，并将携带 25 千克的科学有效载荷。印度空间预算还包括后续的月球探测任务，计划在 2013 ~ 2014 财年发射“月球航行-2”探测器。

印度载人航天项目相关的预算为 14.4 亿卢比(约合 2843

万美元)，其中包括 6 亿卢比用于载人飞船的早期工作。按照预算文件的描述，这种名为“完全自主轨道运输器”的飞船能够携带 2~3 名航天员进入 275 千米的轨道并安全返回。另外还有 2.7 亿卢比用于可达到载人级别的地球同步卫星运载火箭（GSLV）研发，3.6 亿卢比用于印度国内外研究机构的合同，2.1 亿卢比用于空气动力试验及任务研究。

印度国务大臣表示，作为印度载人航天计划实施的筹备工作，印度正在研究如何将载人航天项目纳入 ISRO 的整体规划，从而不影响该机构的其它航天计划。

空间活动的增加需要进一步研究空间法

据联合国外层空间事务办公室 2012 年 3 月 30 日报道，联合国和平利用外层空间委员会（COPUOS）立法小组委员会第 51 次会议于 3 月 30 日在维也纳国际中心闭幕，会议讨论了进一步发展国际空间法管理各国探索与和平利用外层空间方面的活动。

随着外层空间活动的日益剧增，以及公众与私人越来越多地参与空间活动，小组委员会面临着众多挑战。会议讨论的主题包括关于和平探索与利用外层空间的国家立法，在外层空间使用核动力资源，国家关于减少空间碎片的措施机制，以及其它国际外层空间法律制度的倡议，补充联合国外层空间活动五项条约和五项声明与原则。

会议期间，在国际空间法与欧洲空间法中心主办的研讨会上，讨论了转移空间物体所属权的问题，包括责任、义务和登记等事宜。

国家和平探索与利用外层空间立法工作组发布了国家空间法报告，该报告概述了各国空间法规的现状。此外，联合国外层空间事务办公室（UNOOSA）作为小组委员会秘书处，在其官网上更新了各国空间法的数据库。

会议强调了在和平利用外层空间方面开展国际合作的重要性，并将在小组委员会的 2013 年会议上对和平探索与利用外层空间的国际合作机制 5 年规划进行评审，以确定目前国际空间合作协议中的共性法律问题。

运载器系统

NASA 进行新型重型运载火箭助推器测试

【本刊综合】 NASA 和 ATK 公司 3 月 28 日完成了新型重型运载火箭助推器项目的一次飞行控制测试（FCT-1），目的是演示验证重要的航空电子设备和控制设备，包括这些设备对飞行推力矢量控制（TVC）系统的控制测试。

航空电子分系统用于控制助推器的点火、喷嘴转向和助推器分离。此次首次测试了航空电子分系统对助推器喷嘴的飞行推力矢量控制系统的启动、监控、转向和关闭功能。此外，还对用于监控和协调测试设施、航空电子设备分系统和 TVC 系统的新型电子地面支持设备进行了测试。

NASA 马歇尔航天飞行中心还于近期完成了缩比尺寸助推器固体火箭发动机的 20 秒点火测试，以验证新型隔热材料的性能。试验小组还有意对喷嘴造成一定程度的裂纹，通过测试发动机内裂纹处的温度，以便更好地了解发动机和推进剂性能。测试数据也将帮助研究团队更好地了解火箭发动

机的羽流造成的声学 and 振动影响。

马歇尔航天飞行中心负责本次测试的斯科特表示，针对小型发动机的测试，能提供一种评估新喷管性能的快速、廉价、有效方式。针对全尺寸发动机的测试将于 2013 年春季进行。

此外，NASA 还在工业界和学术界广泛征求具有创新性的先进发展建议，以研究当新型重型运载火箭的运载能力从 70 吨发展到 130 吨时的经济可承受性和可持续性。建议的内容涉及概念发展、贸易与分析、推进、结构、材料、制造工艺、航空电子设备和软件等诸多方面。

航天器系统

欧洲发射第三艘货运飞船 ATV-3

【本刊综合】 3 月 23 日，欧洲第三艘货运飞船(ATV-3)“爱德华多·阿玛尔迪”号由“阿里安”-5 运载火箭从法属圭亚那库鲁发射场发射升空。3 月 28 日，飞船与国际空间站的“星辰”号服务舱实现自动对接。ATV-3 自身重量为 20 吨，携带了 6.6 吨的货物，包括供国际空间站 6 名航天员生活需要的水、食品、衣物、盥洗用品、医疗用品和机械配件等。这是欧洲航天局迄今为止进行的有效载荷重量最大的一次航天发射任务。

3 月 29 日，ATV-3 进行了对接后的首次“测试性”发动机点火推进，以确保 ATV 与国际空间站完全连接在一起。航天员在 ATV 舱内安装了一个俄罗斯制造“POTOK”空气过滤器装置，对可能存在的从地球带入舱内的细菌进行清洁。

对接后，ATV-3 遭遇了意外故障，控制其与“星辰”舱电路连接的两套电子系统通路中的一套失灵。据 ATV 运行接口主管介绍，ATV 系统对此类故障预设了处理方案，在故障发生时，快速自动切断了故障设备以确保安全。后来，地面发送指令将 ATV 电子系统与国际空间站的其他部分进行隔离。作为预防措施，国际空间站上航天员们被要求先卸载优先级较高的货物，以防止 ATV 不能与国际空间站再次建立供电连接。虽然 ATV 能够依靠自身太阳帆板产生电能，但由于国际空间站会在 4 月 2 日进入无法正常接受光照区域，因此必须尽快修复该故障，以维持 ATV 的能源需求。

经站上航天员、ATV 任务控制中心以及国际空间站休斯顿任务控制中心、莫斯科任务控制中心的多方协商，在故障发生 14 个小时后，ATV 任务控制中心发送指令，启动了一条“俄罗斯设备控制系统”的备份通道，从而建立起 ATV-3 与国际空间站之间的电源连接。4 月 5 日，ATV-3 的两台主发动机进行了近 15 分钟的点火，将国际空间站轨道提升了 3.9 千米。

ATV-3 计划在国际空间站停留约 6 个月，完成所有任务后将脱离空间站，在可控情况下进入太平洋上空的大气层并焚毁。

波音公司计划 2016 年进行 CST-100 轨道飞行试验

【本刊综合】 波音公司商业计划副总裁约翰·穆赫兰 4 月 6 日表示，计划于 2016 年进行 CST-100 乘员航天运输系统的轨道飞行试验，但前提是波音公司能够在 8 月份及时获

得 NASA 的拨款。

NASA 在 2011 年 4 月启动了第二轮 NASA“商业载人航天发展”（CCDev）计划，授予波音公司、内华达山脉公司、空间探索技术公司与蓝色起源公司总价值 2.7 亿美元合同，以研制替代航天飞机的商业航天运输系统，其中波音公司获得 9230 万美元用于开发 CST-100 乘员航天运输系统。但在 2012 财年，国会将 NASA 商业乘员开发项目预算削减了一半以上，迫使 NASA 决定在下一发展阶段使用更具灵活性、竞争性的空间法案协议（SAA）合同替代固定价格的联邦采购法规（FAR）合同。根据此安排，“商业载人航天发展”计划将步入“商业载人综合能力”（CCiCap）开发阶段。在该阶段，NASA 将向至少两家公司授予 3~5 亿美元的合同，为期 21 个月。而 CST-100 的开发进度安排则依赖于波音公司在该阶段及后续认证阶段能够获得多少拨款。

CST-100 已于 2012 年 3 月份通过初步设计评审。目前，波音公司的研制人员正在进行一系列的基本试验，验证 CST-100 关键系统的设计，如降落伞、降落安全气囊、推进器、燃料储箱和软件等。波音公司已于 3 月 9 日完成了发射中止发动机的热点火试验，4 月 3 日完成了首次完整组装体的坠落试验。预计 5 月初将进行另外一次坠落试验，6 月将进行轨道机动发动机的热点火试验、服务舱推进系统的冷态流试验，推进剂储箱的测试以及软件的初步设计审查等。

根据设计规划，CST-100 将使用“宇宙神”-5 运载火箭从佛罗里达州卡纳维拉尔角发射升空。波音公司目前计划在 8 月份获得 NASA 拨款后，立即签署采购两枚“宇宙神”-5

运载火箭的合同，分别用于不载人的轨道飞行试验和携带两名航天员的全方位演示飞行试验。

航天员系统

研究发现长期航天飞行影响航天员大脑和视觉

【本刊综合】 根据美国德克萨斯州立大学研究人员3月13日公布的一项报告显示，长期航天飞行可能导致航天员出现大脑和视觉受损，其症状与普通颅内高压患者类似。这可能成为未来人类深空探索将要面临的一个重要问题。

研究人员对27名在航天飞机和国际空间站内的微重力或零重力环境中平均度过108天的航天员进行了核磁共振成像分析。他们发现，9名航天员视神经周围的脑脊液空间有所扩大，6名航天员眼球后部变得扁平，4人视神经肿胀，3人的脑垂体及其与大脑的连接发生变化。这些症状常见于一些颅内高压患者当中，颅内压力升高可导致视神经和眼球的节点膨胀，损害视力。

发生变化的脑垂体也引起研究者关注。脑垂体是人体内最复杂、最重要的内分泌腺，能分泌多种对代谢、生长、发育和生殖至关重要的激素。核磁共振成像揭示了航天员暴露于微重力环境后出现的多种异常，这也有助于医学专家更好地理解颅内高压的形成机制。

此前有研究表明，长期航天飞行可导致航天员骨质疏松、肌肉和视力退化。例如国际空间站的航天员在度过6个月失重生活并重返地面后，往往需要一年多时间才能恢复原有骨密度。

NASA 约翰逊航天中心官员在一份声明中表示，NASA 已经注意到部分航天员的视力有所变化，其出现颅内高压的可能性虽然存在但仍有不确定性，NASA 将开始研究这些情况背后的机制并密切监控。

此外，美国的一支研究小组近期开始研究长期航天飞行对航天员心血管系统的影响。研究小组针对 6 名在国际空间站上执行过长期任务的航天员，进行了各项心血管指标测试。结果表明，长期航天飞行确实会对航天员的心血管系统产生一定影响，但影响相对较小，并且可以通过日常锻炼得以缓解。研究小组安排 6 名航天员每天进行 2.5 小时的特殊锻炼，例如跑步锻炼或做耐力训练，这些练习有助于保持航天员的心血管健康。

俄罗斯联邦航天局开展航天员选拔工作

【本刊综合】 俄罗斯联邦航天局于 2012 年 1 月宣布公开选拔航天员候选人。加加林航天员中心主任克里卡廖夫在第 35 届航天学术会议上表示，即将着手培训未来星际飞行任务的航天员。未来的月球和火星载人计划对航天员训练提出了新的要求，乘组成员需要具备组织独立自主行动的能力，包括在没有来自地球支持的情况下独立决策的能力，以及星际飞行乘组内部的分工合作问题。

本次招募活动中，航天员选拔部门将对符合标准和资格要求的应用人进行审查。应用人如能通过审查，将被引荐为航天员候选人，并在航天员培训中心接受训练。

截止 4 月 4 日，航天员培训中心共收到了 225 份申请，

其中包括 11 名女性。在递交申请的人员中，有 15 名军人，从事航天领域工作的有 40 人。克里卡廖夫 4 月 10 日表示，根据正在进行的公开选拔结果，将有 5~7 人被选为俄罗斯航天员队伍的候选人。

此前，俄罗斯联邦航天局副局长维塔利·达维多夫曾列举了成为航天员候选人的基本要求：候选人应不超过 33 岁，身高 150~190 厘米，坐高（这对前往空间站的飞行十分重要，因为航天员需要在载人飞船保持坐姿）80~90 厘米，体重 50~90 千克，工作经验不少于 5 年，从事同一行业不少于 3 年。他还表示，培训一名能执行空间飞行任务的人员需要 6 年时间。

国际空间站

国际空间站运输、利用与维护面临重大挑战

据 GAO 网站 2012 年 3 月 28 日报道，美国政府问责局（GAO）发布报告称，NASA 在 2012~2020 年利用国外航天运输能力和国内商业运输飞船实现进出国际空间站的计划面临重大挑战。按计划，NASA 的商业运输飞船将在 2012 年实现首次飞行，但要在 2017 年具备载人运输能力仍有很多风险，因为目前的载人飞船仍处在研制阶段，其安全性尚未得到验证。此外，NASA 并未就 2016 年后国际空间站的运输问题与合作国取得一致意见。此前 GAO 的研究报告曾建议 NASA 应在 2011 年航天飞机退役后，确保有能力进入国际空间站，并强调了国际空间站运输面临的挑战。目前一些风险已经显现，如商业飞船发展进度明显落后于进度表。

即使 NASA 能够按计划实现国际空间站的运输任务，接下来还将面临充分利用空间站进行科学研究的挑战。2009 年国际空间站首次实现 6 人长期驻站，其工作重点已从组装建设转移到科学研究与应用，但 NASA 无法解决大型科学实验设备载荷的往返运输能力。同时，NASA 的科学实验项目仅利用了 50% 的美国设施。NASA 未利用的设施已向各盟国和商业部门开放，但空间站作为国家实验室使 NASA 面临着管理和运营的挑战。2009 年，GAO 就曾发布报告，指出类似挑战，并建议采取措施，确保空间站的科学利用最大化。

此外，国际空间站需要对其寿命和结构的安全性进行评估，以确保有效、安全地利用空间站。国际空间站是独特的空间设施，关键组件的可靠性受许多因素影响，存在着凭经验而评定的数据，因此利用尖端分析技术评估其安全性和延寿是非常必要的。

国际空间站是许多国家付出巨大努力而成功建设的，仅美国就投资 500 亿美元。NASA 要成功解决这些复杂挑战，需要依靠技术的发展、资金的支持、合作国的协调一致以及对国家实验室的有力监管。

NASA 准备举办空间站教育和推广实验活动

【本刊综合】 针对下一代的教育活动是 NASA 空间站任务中的一项重要内容。近期，NASA 正在寻求教育机构，举办下一代探索者与国际空间站上航天员的实时飞行互动会话活动。包括学校、博物馆、科学中心、国家和地方教育机构等在内的美国教育机构都有资格参加。机构可单独或联

合申请，NASA 将免费提供主办机会，并与该机构策划活动。

活动计划在 2012 年 9 月~2013 年 3 月举办。在国际空间站第 33 和 34 长期考察团任务中，美国航天员苏尼塔·威廉姆斯、斯凯文·福特和托马斯·马斯博恩将与学生们进行 20 分钟关于如何在空间生活和工作的问答，届时参与者将能看到和听到航天员在空间的生活，但航天员看不到学生。

此外，近期 NASA 还从数千候选的中学生实验中选定了 2 项实验，这 2 项实验将在国际空间站上实施并进行直播。

这 2 项被选中的实验分别是：（1）把细菌送入太空，考察杀菌剂在无重力环境下是否会改变效力。该实验由来自美国密歇根州底特律的 14~16 岁级别组的桃乐茜和莎拉提出；（2）研究斑马蛛如何适应空间站生活。该实验由来自埃及的 17~18 岁级别组的阿穆尔提出。

主办方官员称，本次选拔赛的目的是激发学生对于科学、工程学和数学的兴趣，帮助他们发展自己的创造性和分析能力。

俄罗斯将为国际空间站建造机器人航天员

【本刊综合】 俄罗斯计划在未来两年内建造一个类人机器人并将其送往国际空间站。

该机器人名为 S-400，将执行一些简单的工作，例如拧螺丝、检查飞行器受损情况等。S-400 机器人可将触觉信息发送给地面操作人员，其操控器原是为苏联“暴风雪”号航天飞机和“和平”号空间站设计，但从未进入过太空。俄罗斯联邦航天局一名高级官员称，虽然此次将 S-400 送往国际

空间站仅是进行一些初步的实验，但这将是俄罗斯开展机器人航天员领域研究的重要一步。目前，国际空间站上仅有的类机器人是美国制造的 R2。

除了建造机器人航天员，俄罗斯联邦航天局还对国际空间站航天员驻站时间及今后的运行方式提出了一系列新设想。局长波波夫金 3 月 30 日表示，俄罗斯正在与合作伙伴讨论 2020 年后继续使用国际空间站的问题，并打算改变国际空间站运作方式，以此优化载人航天项目的资金使用。波波夫金称，俄罗斯联邦航天局考虑将国际空间站的使用期延长到 2028 年，但空间站上的一些设备必须通过检测。如果做出了延长使用期的决定，国际空间站将主要作为技术试验和训练载人登月的平台。

此外，俄罗斯联邦航天局还提出把国际空间站长期考察团的工作期限从 6 个月延长到 9 个月甚至 1 年。这样可以减少发射载人和货运飞船的次数，减轻载人航天的经济负担，同时还可以为执行长期的深空探索任务积累经验。

国际空间站于 1998 年开始建设，主要由美、俄牵头，日本、加拿大、欧洲航天局共同参与，其初始设计寿命到 2015 年。此前，各参与国已同意延长其使用寿命到 2020 年。

深空探测

NASA 计划进行深空原子钟技术飞行测试

据澳大利亚每日航天网站 2012 年 4 月 11 日报道，NASA 正准备进行深空原子时钟（DSAC）技术的飞行测试，以验证航天器实时自我授时和导航的能力。

目前的航天器采用双向导航系统，航天器将相关信息发送到地球，由地面控制中心计算时间和导航数据后再传回航天器。而深空原子时钟技术是一种单向的导航技术，通过微型汞离子原子钟，实时估算授时与导航数据。与目前的双向系统相比，深空原子钟实现的单向深空导航能更有效地利用现有深空网，从而扩大网络的容量，而且不需增加新的天线设备或相关费用。NASA 喷气推进实验室负责该项目的专家表示，在未来探索任务中使用深空原子钟，可以将导航与无线电科学数据的数量提高 2~3 倍，数据质量提高 10 倍，通过采用更灵活、可扩展的单向无线电导航结构，还可以降低任务成本。

DSAC 项目是 NASA “技术演示验证任务”计划的一部分，由马歇尔航天飞行中心管理。目前，在 NASA 喷气推进实验室工程师的努力下，深空原子钟的授时精度已达到 10 天内漂移不超过 1 纳秒的精度。NASA 计划在未来任务中将深空原子钟作为地球轨道器上的有效载荷进行为期一年的测试，验证其单向导航的可操作性和有效性。