

2007 年世界载人航天发展动态综述

欧宁 杜彦昌 王楠楠

(中国国防科技信息中心)

摘要 综述 2007 年世界载人航天发展动态及特点,包括主要航天国家载人航天长远发展规划,国际空间站建设,新一代载人航天系统研发,空间科学研究与应用,深空探测等。

关键词 载人航天 发展规划 国际空间站 空间科学

2007 年,世界主要国家载人航天活动持续快速发展,以载人为背景的深空探测活动成为热点。主要国家载人航天长远发展规划更加明晰,国际空间站建设步伐稳步推进,新一代载人航天系统研发取得重要进展,空间科学研究与实验将向深层次发展。美国和俄罗斯共实施五次载人航天飞行,完成“和谐”号节点舱在空间站安装,“哥伦布”与“希望”实验舱正在焦急等待航天飞机将其运送到国际空间站。欧洲航天局积极为其“自动转移飞行器”(ATV)的首次发射做准备。载人航天技术的创新发展成为世界主要航天国家竞相追求的重要目标。

1 主要航天国家载人航天长远发展目标逐步明晰

载人航天作为国家发展战略的重要组成部分,既是国家综合实力的集中体现,也是带动科技水平快速发展的重要驱动力。因此,主要航天国家不仅在战略上对载人航天发展做出长远谋划,而且加大经费投入,加速推进载人航天工业基础建设,以确保载人航天事业的持续发展。2007 年,以美国为代表的主要航天国家,对载人航天发展战略进行深化研究,使其长远发展目标更加明确。

1.1 美国细化“重返月球”计划实施方案

继 2006 年 12 月拟制 2020 年“重返月球”计划之后,美国家航空航天局(NASA)2007 年 2 月公布了“重返月球”要做的 181 件事清单,9 月 20 日公布了建立月球基地计划的最新细节。其目标是 2024 年前在月球上建立永久基地,并以此为跳板,为其

2037 年前实现首次载人登陆火星做准备。

为确保“重返月球”计划目标的实现,NASA 10 月 30 日宣布将组建一个全国性的“月球科学研究院”(NASA Lunar Science Institute),使分布在美国各地的月球科研团体参与到美国“重返月球”计划的任务中来。该研究院将由 NASA 艾姆斯研究中心负责管理,计划 2008 年 3 月 1 日开始运行。月球研究计划负责人道格·库克称,原先的方案是分批发射小型载人登月舱建设月球基地,如今这一方案已调整为单次发射一个大型登月舱,由无人飞船送上月球。NASA 官员杰夫·约德称,在月球基地计划的新方案中还包含一对小型密封飞行器。飞行器体积比“阿波罗”号飞船稍大一些,并加以密封。为防止航天员遭受辐射,可能在飞行器壁上要添加一层“水障”。同时,科学家们还探讨了使用核燃料作为月球基地能源的可行性。但库克称,月球基地的首选能源仍是太阳能。

同时,美国政府还加大了对“重返月球”计划年度拨款的保障力度。12 月 26 日,布什总统签署 2008 财年预算拨款案,授予 NASA 2008 财年的总拨款是 173 亿美元。其中,“猎户座”载人探索飞船(CEV)获得的拨款为 9.5 亿美元,“阿瑞斯”1 载人运载火箭获得的拨款为 11.75 亿美元,比预算增加了 0.49 亿美元。

1.2 俄罗斯公布载人航天长远发展规划

为恢复在载人航天技术领域的大国地位,俄罗斯总统普京 2007 年初强调要在战略上做出整体谋划,加强基础设施建设和新领域的开拓,全面提高载

人航天技术的竞争力。按照普京的要求,俄罗斯联邦航天局等机构对俄未来载人航天技术的发展进行了系统地研究与论证。8月31日,俄联邦航天局局长波米诺夫公布了俄罗斯2040年前载人航天发展规划,其中包括研制自己的空间站、载人登月和载人探索火星等发展目标。俄载人航天整个计划目标将分为三个阶段实施。

第一阶段(2015年前),将着力完成3项任务:结束国际空间站俄罗斯舱段的组装工作,提高航天运输系统的效率,为以后的航天计划奠定科研和技术研发基础。

第二阶段(2016年~2025年),俄罗斯将力主使国际空间站的退役时间,从目前计划的2015年延后到2020年;在2015年前建成可多次重复使用的新型载人飞船,用于载人绕月飞行,并在2025年前用于航天员登陆月球;在环绕地球的近地轨道上建成有人驻守的俄罗斯空间站,与国际空间站相比,它对地球的观测范围将更广,可以研究北冰洋等北极地区。

第三阶段(2026年~2040年),俄罗斯最晚将于2032年前在月球建立长期考察站,在2035年以后进行载人火星考察,同时建立防止小行星撞击地球的保护系统。

为确保载人航天活动持续开展,俄罗斯2007年积极筹备修建新的载人航天发射场。11月28日,俄联邦航天局表示,将投资2000亿卢布(约合70亿美元)在远东阿穆尔州建立新的航天发射场。该航天发射场的建设,目标是用于发射全新的载人飞船和运载火箭,标志着俄罗斯新一代载人航天系统研发进入实施阶段。按照计划,2013年该发射场将具备独立发射卫星的能力,2018年可执行载人航天发射任务。到2020年,该发射场将完全取代位于哈萨克斯坦境内的拜科努尔发射场。

1.3 印度计划2015年前实现首次载人航天飞行

印度政府官员9月27日透露,计划使用国产系统和技术于2015年前进行载人航天飞行。印度空间研究组织主席迈哈万·奈尔称,“印度正试图研发载人航天所需要的技术。如果一切进展顺利,我们将能够在8年内进行首次载人航天飞行。印度倾向于研发自主技术,而不是依靠俄罗斯或美国的技术。”奈尔认为,印度自1994年以来已发射了数颗自产卫

星,也连续9次成功地发射了极轨卫星运载火箭。目前,印度已成为继美国、俄罗斯、中国、法国之后第5个进入卫星商业发射领域的国家。因此,印度有能力依靠自主技术在2015年前进行载人航天首飞。

为了实现自主掌握载人航天技术,从2006年开始印度空间研究组织就组织力量进行充分研究论证,2007年向政府递交了载人航天工程计划研发方案,并得到政府高层的认可。印度政府计划委员会发布的“航天第十一个五年计划建议”(2007年~2012年)称,未来5年印度航天预算约3975亿卢比(约合99.4亿美元),其中用于载人航天相关任务的经费约500亿卢比(约合12.5亿美元)。

值得注意的是,印度2007年1月利用“极轨道卫星运载火箭”(PSLV)发射了“太空舱回收实验装置”(SRE),11天后顺利回收了该设备。SRE是印度为突破载人航天器再入技术而研制的,在太空舱内部设有一个小型实验室,可进行微重力环境下材料科学与生物技术实验。航天器回收技术是实现载人航天飞行的关键技术之一。该试验项目的顺利实施,标志着印度的载人航天技术研发工作已迈出重要的一步。

2 国际空间站建设工作稳步推进

2007年,围绕国际空间站建设,美国和俄罗斯共完成了5次载人航天飞行,航天员累计完成了23次出舱活动。此外,为保障国际空间站物资补给,俄罗斯“进步”号货运飞船也进行了4次运输飞行。“和谐”号节点舱成功安装,使国际空间站的建设规模进一步扩大,并为后续舱段建设奠定了基础。同时,欧洲航天局的“哥伦布”实验舱和“希望”号实验舱均已经完成研制工作,并运送到NASA总部等待航天飞机将其送入国际空间站。

2.1 国际空间站结构与功能进一步扩大

2007年,国际空间站的建设工作取得了较大进展,主要包括人员轮换、日常补给、空间站维护和空间站扩建等方面。①人员轮换。美国航天飞机完成3次飞行,共运送21人次进入国际空间站。俄罗斯“联盟”号载人飞船完成2次载人飞行,搭载5名航天员和一名太空游客进入国际空间站。②日常补给。航天飞机和“进步”号货运飞船运送了大量日常物资进入国际空间站,其中,“进步”号货运飞船共进行了4次飞行,累计运送货物达10t,包括氧气、水、食品、科研

设备和实验材料与书籍等,为国际空间站建设提供了后勤保障。③空间站维护。2007年,航天员重新安装了携带有太阳能电池板的 P6 桁架,对发生故障的 6 台计算机进行更换,升级了空间站的通信系统。为迎接 ATV 货运飞船到来,航天员对空间站的导航系统进行了检查;更换了一个负责飞行定位的陀螺仪;为减少空间垃圾对空间站的威胁,安装了金属遮蔽罩;改变了空间站制冷循环 A 系统。此外,航天员还为空间站的新结构组件安装了散热器,回收了一些旧的结构组件和试验材料。④空间站扩建。2007年,国际空间站在扩建方面取得的最大成果是“和谐”号节点舱的安装。“和谐”号节点舱使空间站的内部空间扩充了 18%。此外,在空间站中央桁架的末端安装了重达 17.5t 的新桁架。新桁架上安装了翼展为 73.15m 的太阳能电池帆板,该电池帆板将为即将进入空间站的欧洲和日本科学实验室舱提供电能,大大提升了空间站的供电能力。

到目前为止,国际空间站的建设已完成一半。按计划,航天飞机在 2010 年 10 月退役之前,还将完成 13 次航天飞行任务。2007 年,航天飞机原计划进行 4 次发射,但由于安全因素,有 1 次发射任务被推迟。可见,航天飞机安全隐患是影响国际空间站建设进度的重要原因。2007 年,NASA 在航天飞机的安全性能方面做了一些改进。其中,具有代表性的改进是安装了先进热能管理系统、新型全球定位系统、无线检测扫描系统和空间站-航天飞机电力转移系统等。

2.2 “和谐”号节点舱为空间站的下一步建设奠定了基础

2007 年 10 月 23 日,“和谐”号节点舱搭乘“发现”号航天飞机发射升空,为“哥伦布”空间实验室和“希望”号空间实验室进入国际空间站做准备。“和谐”号节点舱长 7.2m、直径 4.4m、重约 14t,在国际空间站所起的作用是把美国“命运”空间实验室和即将进入空间站的欧洲航天局的“哥伦布”号空间实验室、日本“希望”号空间实验室连接在一起。“和谐”号节点舱是 6 年来空间站上增添的第一个加压舱段,使国际空间站的内部空间大大增加,并为空间站下一阶段大规模建设奠定了基础。

2.3 完成了国际空间站后续舱段的研制工作

“哥伦布”和“希望”号实验舱目前已研制完成,为了在 2008 年发射升空,两个实验舱都已运送到美

国的航天发射中心等待发射。“哥伦布”实验舱计划于 2008 年 2 月发射升空。航天员将在该实验舱研究微重力对人体的影响,探测无重量流体的行为表现,观察原料物质在真空环境下的表现。“希望”号实验舱由舱内实验室、舱内保管室、舱外实验平台和两个机械臂等 4 部分组成,将搭乘航天飞机分 3 次发射升空,并在空间站完成组装。该实验室可供 4 名航天员进行天文学、新材料、生物学和化学等方面的空间科学实验。2007 年初,欧洲航天局完成了“哥伦布”实验舱的发射准备评估工作。3 月,日本“希望”号实验舱经太平洋抵达 NASA 总部发射中心。

此外,欧洲“自动转移飞行器”(ATV)与日本“H-II 转移飞行器”(H-II Transfer Vehicle, HTV)的研制工作进入发射准备阶段。2007 年 6 月 28 日,欧洲航天局航天技术中心召开了新闻发布会,对 ATV 的运载能力、发射准备情况和发射程序进行了详细介绍,并提出内部空间更大的 ATV 研发计划。7 月 13 日,ATV 及相关设备运抵法属圭亚那航天发射中心,开始发射准备工作。2007 年,日本宇航探索机构(JAXA)对 HTV 船体进行了一系列的试验。设计人员通过试验获取的数据与计算机得出的参数值进行分析比较,取得了令人满意的结果,为其发射做好准备工作。

3 新一代载人航天系统研发工作取得进展

为在载人登月和探索火星竞争中赢得优势,美、俄等国投入巨大的人力和财力,积极发展新一代载人航天系统。2007 年,美国“猎户座”载人探索飞船进入工程研制阶段,“阿瑞斯”运载火箭项目最后一批研发合同全部授出。俄罗斯提出了新一代载人航天系统的研发计划,欧、日、印等国的新型运载火箭研发取得进展。同时,美、俄还为载人登月和探索火星积极选训航天员。

3.1 新型载人航天飞行器进入实质性研制阶段

随着美国航天飞机退役时间的临近,用于载人登月和探索火星的新一代航天器系统研发成为美国保持载人航天领先地位的重要手段。2007 年,CEV 计划取得较大进展,目前已进入工程研制阶段。CEV 是 NASA“星座计划”(Project Constellation)中计划研发的新一代载人航天器系统。该航天器将替代即将退役的航天飞机,执行载人往返国际空间站任务,未

来将载人探索月球及火星。按照计划,CEV 最早将于 2013 年进行首次载人飞行,2015 年将载人飞往国际空间站,总承包商是洛克希德·马丁公司。

2007 年初,NASA 完成了“星座计划”的基本能力需求论证,并制定了综合实验进度表、任务清单和支持今后 20 年工作的预算草案,为 CEV 计划的实施奠定了坚实的基础。2007 年,分承包商波音公司交付了 CEV 热防护系统模型,该系统将在 CEV 再入大气层过程中起到隔热防护作用。有消息称,NASA 将改变航天员出舱活动的补给方式,将“脐带式”作为 CEV 航天员出舱活动方式。他们认为,航天服利用“脐带”与航天器相连,能够改变目前航天员一次性携带出舱活动所需的氧气和能量的给养模式,可延长航天员出舱活动时间,并使航天服变得更轻便。年内,NASA 陆续授出各种研发合同,包括异常中断试验助推器和发射异常中断系统主发动机等。NASA 还计划研发新型的对接适配器和更先进的热控系统。此外,NASA 在新墨西哥州的白沙导弹靶场建造了一个新发射台,该发射台将用于“猎户座”逃逸系统试验。

尽管如此,CEV 目前仍面临一些关键性的设计难题,主要是超重的问题。为解决 CEV 在系统需求评审中超重 700kg 的问题,NASA 重新设计了服务舱。虽然这使 CEV 减重 454kg,但仍未满足要求。为进一步减重,研发人员还将重新设计助推防护罩等。

此外,俄罗斯也在积极寻求新一代载人航天器的研究方案。由于俄罗斯“快船”号年度开支计划与俄罗斯空间发展规划存在严重分歧,需进行实质性的改动,俄当局已于 2006 年宣布暂停“快船”号的研制工作。但是该项目的主要研究机构俄罗斯能源火箭公司仍然计划在 2015 年前完成“快船”的研发及试验,并在 2016 年投入使用。2007 年,能源火箭公司进行了“快船”1:20 缩比翼模型的风洞试验。搁置“快船”计划后,俄罗斯政府转而向欧洲寻求国际合作,发展新的载人航天飞行器计划。2007 年 8 月,俄罗斯与欧洲航天局签订了一份合作协议,进行载人飞船研制,该飞船用于飞往国际空间站、月球及火星。

3.2 载人运载火箭研发工作快速推进

新型载人运载火箭是实现载人登月和探索火星的重要前提。自 2006 年美国确定下一代运载器——

“阿瑞斯”火箭的研制方案以来,“阿瑞斯”运载火箭的研发工作快速推进,2007 年已进入工程研制阶段。同时,欧洲航天局、俄罗斯、日本、印度等也积极推进其大型运载火箭项目的研发工作,并取得一定进展。

3.2.1 “阿瑞斯”火箭的工程研制工作稳步开展

2007 年,NASA 稳步推进“阿瑞斯”运载火箭的研发工作,“阿瑞斯”1 载人运载火箭项目取得较大的进展。年初,NASA 完成了“阿瑞斯”1 的系统需求评审,证实系统需求是完整有效的。2 月初,NASA 对回收引导伞进行了投放试验。7 月,NASA 宣布与美国杜邦公司合作,研发一种新型绝缘材料,用于增强“阿瑞斯”1 热防护系统的性能。8 月,NASA 决定由 ATK 公司负责“阿瑞斯”1 火箭第一级的设计、研制、试验和评估。8 月,NASA 决定由波音公司负责上面级研制。该上面级将为“阿瑞斯”1 的二次上升提供导航、制导、控制与推进。9 月和 11 月,NASA 完成了“阿瑞斯”1 第一级的两次主降落伞的降落试验。12 月,NASA 选择波音公司作为电子设备的总承包商,负责电子设备的生产、交付及安装。此外,NASA 决定“阿瑞斯”1 和“阿瑞斯”5 上面级的发动机由普惠公司负责研制。该发动机名为 J-2X,推力可达 29.4 万磅(约合 1210kN)。12 月,NASA 开始对 J-2X 发动机的原型 J-2 发动机进行一系列试车。

3.2.2 俄、欧等国在重型运载火箭的规划和设计方面取得进展

为适应新一代载人飞行航天器的发射要求,俄罗斯展开了运载器的方案选择工作。目前,俄罗斯将重点放在对“联盟”号的改进型和“安加拉”火箭的研制上。“联盟”号改进型火箭的研制旨在研制出有效载荷达 15t 的运载火箭,以满足未来发射大型载人航天器的要求。“安加拉”系列火箭是俄罗斯未来的主力运载器。目前,该运载火箭尚处于研制阶段,预计将于 2010~2011 年进行首次飞行试验。2007 年,俄罗斯对“安加拉”火箭第一级发动机 RD-191 进行了试验。此外,俄罗斯还在进行采用等离子体推进技术,研发新型运载火箭推进系统。该推进技术可以使“联盟”号运载火箭的静地轨道载荷运送能力提高一倍以上。

“阿里安”5ES 运载火箭由欧洲航天局研制,用于发射 ATV,并承担卫星星座部署和星际发射任务。“阿里安”5ES 原计划在 2002 年进行首飞,但是由于

ATV 研发计划推迟而一再推迟。根据最近公布的计划,该火箭将于 2008 年 3 月进行首次发射。为了将 ATV 与国际空间站准确对接,“阿里安”5ES 火箭上面级需要进行多次点火。为了确保发动机能够多次点火,“阿里安”5ES 上面级发动机 2007 年 10 月进行了重新点火试验,验证了上面级运行环境及步骤,以及重新点火过程中火箭的性能。

此外,日本与印度等国的运载火箭计划也取得了一定的进展。H-2B 火箭是日本目前重点研制的大型运载火箭,它采用两级结构,总长 56.6m,将用于发射 HTV。印度的 GSLV-MK3 的研制和发射准备工作进展顺利,该运载火箭的运载能力达 4t。2007 年,印度空间研究组织在其航天中心着手建造必需的航天基础设施,为 GSLV-MK3 在 2008 年~2009 年的首次试验飞行做准备。11 月,由印度自主研发的低温上面级发动机完成了一次关键的地面试验。

3.3 美、俄为载人登月选训航天员

自宣布“重返月球”计划以来,美国一方面加紧研制新一代载人航天器和运载器,另一方面开始制定并实施登月航天员的选拔及健康保障计划。2007 年 3 月 5 日,NASA 公布了新的航天员系统标准,即 NASA-STD-3001 标准第一卷,以代替原有航天飞行健康要求文件,其主要目的就是为适应未来登月及深空探测任务需要。9 月,NASA 宣布正式开始接收 2009 年航天员训练班候选人的申请,在全国范围内进行广泛选拔。新一轮招募的航天员有望被选中参与国际空间站的长期飞行和登月任务。在本次招募中,NASA 对申请人的知识背景提出了更高要求,申请人必须拥有工程学、自然科学或数学学士学位和三年相关的工作经验。

2007 年 6 月,欧洲航天局与俄罗斯联合招募了 6 名志愿者,参加火星飞行计划的地面模拟实验“火星-500”,旨在收集空间探测过程中乘员间的相容性和心理稳定性的相关数据,为未来的火星探测计划进行必要的准备。参试者居住在约 550 立方米的火星飞船模型中,时间长达 500 天。参试者与外界通过无线电通信保持交流,并且信号的延迟时间与飞行指挥中心和未来的火星探测器之间的通信延迟时间保持一致。NASA 也实施了相关的模拟计划,如 2007 年 5 月的模拟月球计划,两名航天员、两位医生和两名技术人员被安排到“宝瓶座”海下实验室模拟月球

重力,模拟采集月球样本,以及出舱活动等。

制定更加科学的航天员选拔标准,选择逼真的培训手段和模拟环境是 NASA 等空间组织选训航天员的必由之路。预计将来的航天员选拔除了对身体素质的要求外,还将注重各种知识背景人员的有机组合。此外,培训航天员的模拟环境和手段也将更加科学,从而为登月和登陆火星打下坚实的基础。

4 空间科学研究与实验将向深层次发展

随着国际空间站建设进程的稳步推进,空间站的结构与功能进一步完善,将为开展空间科学研究与实验提供更好的条件。同时,为适应美俄载人登陆月球和探索火星计划的需要,在近地轨道上开展系统的空间科学研究与实验,将为载人深空探测奠定技术基础。2007 年,国际空间站合作伙伴开始进一步讨论空间站利用问题,空间科学研究与实验将向深层次迈进。

4.1 国际空间站将为空间科学研究提供良好的条件

按照目前的建造计划,到 2010 年建设完成后的国际空间站总重量为 423t,长为 108m,宽为 88m,有效容积达 1202m³,年平均电源功率为 105kw,可提供有效载荷功率为 46kw。1998 年 8 月,国际空间站的第一个部件——“多功能舱”,由俄罗斯“质子”号运载火箭发射升空。截止 2007 年底,国际空间站上已经完成建造的主要舱段有美国的“团结”号节点舱、“命运”号实验舱、“气闸”舱,俄罗斯的“曙光”号多功能舱、“星辰”号服务舱、“码头”号对接舱和由意大利建造的“和谐”号节点舱等。同时,国际空间站目前已经接待了 16 个长期考察团驻站工作,开展了大量的空间科学研究与实验活动。

目前,在国际空间站上开展的主要研究与实验项目包括:商用蛋白质晶体生长、空间胶体物理实验、国际空间站材料实验、细胞生物技术操作支持系统研究、动力控制蛋白质晶体生长、高级蛋白质结晶设施实验、空间高清晰度电视技术论证、舱外活动辐射监测、(药用)微胶囊静电加工系统、系列生物医学研究(如分区骨骼、交互作用)等。其中,“国际空间站材料实验”(MISSE),主要是将各种实验材料与其他类型的空间暴露实验样品等安放在空间站外,进行实验观察。该项材料实验项目,首次使用了空间站上安装在外部的实验装置。实验材料

包括用于太阳能电池、飞船外罩、热控、光学和其它目的的各种材料样品,它们分放在 4 个被动实验容器里,在太空环境中暴露大约 9 个多月,用于判定空间环境对各类材料的影响,以选择用于建造未来先进航天器的材料。

4.2 空间科学研究与实验将更加深入

2007 年 1 月 23 日,国际空间站合作伙伴国航天局长,聚首欧洲航天局总部研讨空间站建成后的科学研究与实验任务。他们认为,国际空间站建设进程的稳步推进,意味着一个共同探索和开发宇宙空间时代的到来。国际空间站将成为新型能源、运输技术、自动化技术和下一代传感器技术的测试基地,并将推动流体力学、燃烧科学、生命支持系统、反辐射危害等研究的发展,对未来的空间探索产生重要影响。NASA 局长格里芬 9 月 17 日在 NASA 成立 50 周年大会上称,“空间经济”时代已经到来,正在改变着地球上人类生活的方方面面。

国际空间站为人类的长期科研工作提供了一个环绕地球的实验平台。当今世界最先进的科研设备都将被运用到这一平台上,以进行生物、化学、物理、生态学和药理学等方面的研究。NASA 提出在国际空间站上进行生物科学技术研究的计划,该计划涉及生命科学和微重力科学两个领域。在生命科学领域主要有基础生物学、重力生物学与生态学、生物医学研究与防护措施以及空间生理学、三维肿瘤组织培养等;在微重力科学领域主要有生物技术(包括蛋白质晶体生长、哺乳类细胞和组织培养、基础生物技术等)、燃烧科学、流体物理、基础物理和材料科学等。欧洲航天局制定了国际空间站生命与物理科学研究计划。该计划的目的是使国际空间站获得最大的社会效益,并提高欧洲在生命与物理科学中的能力和竞争力,开展在生命与物理科学以及工业与商业的空间应用方法的基础研究,并建立欧洲在此领域中的活动协调框架。

值得关注的是,国际空间站上各个舱段由不同国家掌控,所完成的科学研究与实验项目内容对外保密,是否开展军事空间技术研究工作不得而知。但是,从美俄以往在航天飞机与空间站上开展的军事应用研究项目来看,目前的国际空间站所能提供的军事研究与实验条件更为有利。

5 以载人背景的深空探测活动仍为航天技

术发展的热点

载人登陆月球和探索火星,是美俄等航天大国未来一个时期载人航天飞行的主要发展目标。为了确保“重返月球”计划的顺利实施,NASA 拟制了全面的月球探索计划,重点是进一步对月球进行探测,为建立月球选择地点。2007 年,日本实施了“月亮女神”1 探月计划,并制定了后续探测任务计划。印度也积极为其“月球初航”1 探测卫星和进一步探测月球计划做准备。同时,美国还发射了“凤凰”号火星无人探测器,以在火星上寻找水与生命存在的“痕迹”,为其未来载人探索火星做准备。

5.1 主要航天国家竞相实施探月工程计划

2007 年,为推进“重返月球”计划的顺利实施,NASA 拟制了对月球进行更详细探测的具体项目。NASA 计划在 2008 年发射“月球勘测轨道器”(LRO),对月球表面环境进行测绘,为其载人登陆月球提供更详细的月面信息。日本在 2007 年初终止了一项长达 10 年的“月球-A”探测计划,转而实施了“月亮女神”1 探月卫星计划,使日本的年度航天计划成为亮点。“月亮女神”1 探月卫星携带的仪器用于月面形状和月球表面化学成份的测量、月球重力场和磁场测量、探测月球和日地空间环境,为未来登月提供月球信息储备。同时,日本又提出了“月亮女神”2 探月构想,目标是在 2010 年至 2020 年之间实现探测器在月球表面着陆。2007 年,印度也积极推进“月球初航”计划的实施,为实现首次探月卫星发射做准备。该探月卫星拟将于 2008 年 7 月由印度自行研制的四级增强型极轨运载火箭发射。同时,印度还提出了“月球航行”2 探月计划,以实现探测器在月面着陆,收集和分析月球样本。2007 年,欧洲航天局还与俄联邦航天局也提出自己详细的探月计划,为未来实现载人登月搜集必需的月面数据与信息。欧洲航天局在 9 月份公布了一项新的探月计划,将向月球发射机械钻探器,寻找源自地球早期的陨石。这将是人类首次在月球上进行钻探活动。德、英等国也在制定了各自的探月实施计划。

5.2 美国发射“凤凰”号火星探测器

2007 年 8 月 4 日,美国发射了“凤凰”号火星探测器。按计划,该探测器将历时 10 个月飞行后,于 2008 年 5 月到达火星,并在火星北极圈的冻土层地带“软着陆”。“凤凰”号火星探测器此次任务旨在确

定火星北极附近的结冰土地是否曾有生命的存在,以及观测火星北极气候循环模式。为人类未来进行载人探测火星收集相关信息。欧洲航天局和俄罗斯也提出了相应的探测火星计划,为未来载人登陆火星方面做准备。纵览 2007 年世界航天大国的深空探测活动,表面上看是通过无人探测活动为以后载人深空探测做技术储备,其实质也有在航天技术领域争夺优势掌握主动权的一面。

6 载人航天领域国际合作呈现多层次化趋势

2007 年,载人航天领域国际合作进一步发展,并呈现出一些新的特点。首先是进一步提升了合作的层次,有些合作由一般性的项目合作上升到具有战略意义的合作,并且有的国家通过法定形式牢固地确定和保障这种战略性的合作关系;其次是联合设计、联合研制项目日渐增多,有可能发展成为航天领域国际合作的主流;再就是在载人探月等一些创新性强、技术复杂、耗资巨大的特大型航天项目中,开始寻求多国联合并在探讨制定相关条约与规则的可行性。

6.1 美国为“重返月球”计划寻求合作伙伴

NASA 局长格里芬每当谈到美国航天活动的近期和远景目标时,都表示要更加重视国际航天领域合作,并积极寻找合作伙伴。然而,美国对一般性的航天国际合作兴趣平平,但在“重返月球”与载人探索火星等载人航天计划中,则希望邀请航天大国开展合作,共同承担一些风险。

NASA 局长格里芬和俄联邦航天局局长波米诺夫于 10 月 3 日在莫斯科签署了相关协议,同意在 NASA 的月球和火星无人探测器上携带两台俄制科学仪器。这两台仪器将分别由定于 2008 年 10 月发射的“月球侦察轨道器”(LRO)和 2009 年升空的“火星科学实验室”无人漫游车携带。12 月,NASA 表示计划对英国在 2012 年前发射的月球探测器计划提供支持。NASA 认为,英国提出的“月光”计划恰好填补了 NASA 探索计划的某些空白。在此基础上,英国与美国将联合进行一次机器人月球任务,该任务将于 2012 年以后发射。NASA 还为印度“月球初航”1 探月卫星提供了技术支持(月球矿物测绘仪和微型合成孔径雷达)。这些合作计划都由美国主导,主要还是为 NASA 的“重返月球”计划提供技术支撑。同

时,NASA 还邀请部分国家的航天局进行研讨,探讨共同参与制定相关载人探月的相关条约与规则。

6.2 俄、欧航天局联合研发载人飞行器

2007 年,俄罗斯联邦航天局与欧洲航天局进一步开展空间合作的建设性对话,扩大合作的广度和深度,推进两个航天机构之间联合设计、联合研制项目。俄罗斯联邦航天局与欧洲航天局已于 2006 年 9 月初启动“乘员运输系统”合作研发计划,2007 年涉及的工作领域主要有:载人月球飞行的前期研究,载人飞行器的初步系统设计,子系统的设计,建立合作机制和协议并确定研发分工。

8 月,俄罗斯联邦航天局局长表示,俄罗斯与欧洲航天局将联合研发一艘载人飞船,用于飞往国际空间站、月球及火星。在 2007 年莫斯科航展期间,双方表示已达成协议,将组建一个工作组研发“先进乘员运载器”。

6.3 印度与俄罗斯在战略层次上开展载人航天合作

经过印度多方面努力,俄罗斯总统普京签署法令,将俄罗斯与印度的航天合作计划纳入到俄罗斯联邦法律之中,俄罗斯议会两院已于 2006 年 10 月通过了这一法令。该法令允许俄罗斯在民用领域向印度转移敏感的航天技术,并确定了两国之间的新型合作方式,确认了两国和平开发空间的进一步合作机制。俄罗斯与印度的航天合作已经上升到战略层次。2007 年,两国在联合探月和共同研发新一代载人航天器等方面都有很明确的合作意向。

9 月,俄罗斯与印度讨论共同完成一项无人探月任务,该任务包括将一个移动实验室软着陆到月球表面。印度研制助推火箭和一个月球轨道舱,俄罗斯将提供月球移动实验室。11 月,印度和俄罗斯签署了一项为期十年的联合探月协议,在印度“月球初航”1 发射之后,联合实施“月球航行”2 计划,并在 2011 年~2012 年发射这个月球漫游器。该协议是印度与俄罗斯长期空间合作中的重要里程碑。年底俄罗斯联邦航天局局长还表示,印度和俄罗斯将联合研发新一代载人航天器。

进入 21 世纪以来,空间作为确保国家安全与实现国家利益的战略“制高点”,其发展越来越受到航天大国的高度重视。进入空间、利用空间、控制空间,成为航天大国抢占新的战略“制高点”和保持航天技术优势的关键。美国为确保在航天技术领域的领导

地位,发布新的《国家航天政策》,稳步推进其“重返月球”计划。俄罗斯为保持其在载人航天技术领域的竞争力,制定了载人探月与火星的长远发展规划。欧盟、印度、日本等航天国家,不仅积极谋求独立开展近地轨道载人航天活动,而且加快深空探测计划的进程,为独立开展载人航天活动奠定技术基础。航天大国加速推进载人航天技术发展动向表明,载人航天在航天技术领域的战略地位更加突显,对拓展国家政治、经济、军事与技术发展的战略空间有着重要作用。因此,载人航天发展规划作为国家整体发展战略的重要组成部分,其决策始终受到政府最高决策

层的高度关注,并在国家政策与预算等方面给予重点保障。目前,国际空间站建设仍是主要航天国家开展载人航天活动的重点内容。俄罗斯还提出在 2025 年前建造独立的空间站,为载人航天持续发展奠定基础。可见,空间站建设不仅可拥有巨大的空间资源开发与利用平台,而且能够突破在近地轨道组装大型航天器的技术。另外,开展载人航天活动,需要具有强大的经济实力和科学技术水平作支撑。2007 年,载人航天领域的国际合作形式出现多样化趋势,应引起我们的广泛关注和深入思考。◇

(上接第 49 页)

航天发射故障十分突出,特别是电连接器、继电器等元器件出现问题最多,须引起高度重视。在设计和生产过程中,应对元器件分门别类采取措施提高质量,同时摸清故障规律,制定定期维修检查、更换的制度和标准,降低元器件故障率或避免元器件问题。

(2)不受控的技术状态变化。每次发射,航天器、运载火箭以至发射设施的技术状态都会有所变动。这些变动相当于修改设计,如果考虑不周,容易带来故障。即使是一种成熟的航天器和运载火箭,其持续发射的周期可能有十几年,在这样长的时间内,要发生很多人事、管理和随之而来的设计、生产工艺改变,会使产品的技术状态存在偏离原设计的危险。实践证明,不受控的技术状态变化经常会引起严重故障,这是一条重要规律。在航天发射活动中要严格控制技术状态变动,遵守“充分论证、各方认可、试验验证、审批完备和落实到位”的五条原则要求。

(3)生产、管理和操作等问题。从元器件到整机生产过程中,由生产、管理和操作引起的产品质量缺陷已占质量问题总数 50%。因此,必须加大生产管理力度,制定切实可行的操作规范,强化培训上岗,加强检验复查,杜绝此类问题的发生。

(4)方案、图纸、技术说明书、细则等技术文件错

误。技术文件是产品研制生产和使用操作的依据,如果技术文件出现问题,必然会引发产品故障。因此,必须严格执行校对、审核、会签和批准制度,特别是涉及产品技术状态变化和系统间接口的技术文件,要重点组织进行复查复核。

(5)软件问题。随着计算机技术在航天发射领域的广泛应用,软件问题也日益显得突出。由于软件的复杂性和特殊性,软件故障具有很强的隐蔽性和突发性。因此,必须严格按软件工程化要求实施软件的开发,对关键软件要进行语句和分支 100% 覆盖性测试。

5 结束语

航天发射是一项高风险的工程,任何微小的失误都有可能引发严重的后果,甚至导致箭(船)毁人亡的重大事故。因此,必须深入研究航天发射故障机理与故障规律,采取切实有效的预防措施,把危险和风险控制到最低限度。◇

参 考 文 献

- [1] 虞和济.设备故障诊断工程.北京:冶金工业出版社,2001
- [2] 徐克俊.发射工程学概论.北京:国防工业出版社,2003