

2012 年国外载人航天器发展综述

2012 年,国际空间站(ISS)基本完成建造,各国围绕国际空间站积极开展空间活动。俄罗斯发射 4 艘“联盟”号载人飞船、4 艘“进步”号货运飞船,欧洲和日本分别发射了第三艘“自动转移飞行器”(ATV-3)和“H-2 转移飞行器”(HTV-3),美国商业航天器“龙”飞船成功执行首次国际空间站补给任务,商业运输系统正式登上载人航天舞台。随着低地球轨道载人航天技术的日臻成熟,地球轨道以远的载人航天探索成为未来发展的重点。美国继续推进用于执行月球、小行星、火星任务的新型载人飞船——多用途载人飞船(MPCV)的研制,美国商业公司提出载人登月计划,俄罗斯新型运输系统 PPTS 的研制取得新进展。

一、各国围绕国际空间站积极开展空间活动

目前,国际空间站已基本组建完成,在轨加压舱段 14 个。俄罗斯最后一个舱段——多功能实验舱将携带欧洲新型机械臂于 2013 年发射。目前为国际空间站提供人员运输的航天器只有俄罗斯“联盟”号飞船,提供货物补给的飞船包括俄罗斯“进步”号飞船、欧洲“自动转移飞行器”(ATV)、日本“H-2 转移飞行器”(HTV)和美国商业航天器“龙”飞船。

为了最大程度地利用国际空间站,国际空间站成员国已将其寿命延长到 2020 年以后。俄罗斯航天局和美国国家航空航天局(NASA)均提出将国际空间站的运行时间延长至 2028 年的计划,并正在研讨延寿的可能性。

（一）俄罗斯“联盟”号载人飞船成为当前唯一载人天地往返运输系统

航天飞机退役后，“联盟”号飞船成为当前国际空间站唯一的载人天地往返运输系统。美国只能依赖“联盟”号执行乘员运输任务，而这笔费用十分昂贵并逐年增加，每个座位成本超过 6000 万美元。

2012 年，围绕空间站人员运输，俄罗斯共发射 4 艘“联盟”号飞船。分别为：5 月 15 日发射的 TMA-04M 飞船、7 月 15 日发射的“联盟”TMA-05M 飞船、10 月 23 日发射的“联盟”TMA-06M 飞船以及 12 月 19 日发射的“联盟”TMA-07M 飞船，为国际空间站送去了第 31~34 长期考察组，共 12 名乘员。

“联盟”TMA-M 飞船是“联盟”TMA 飞船的改进型，是俄罗斯正在使用的最新一代载人飞船，在飞行测量系统、制导导航与控制系统、热控系统等方面都进行了升级，替换了一系列已不再生产的设备，乘员操作更为方便。此外，“联盟”TMA-M 飞船对制造材料也进行了升级，不再采用“联盟”TMA 飞船上使用的镁合金，而是采用铝合金，不仅降低了成本，简化了制造工艺。升级后的“联盟”TMA-M 飞船质量减少了 70 千克，且简化了地面装配流程。“联盟”TMA 飞船于 2010 年 10 月 7 日首次飞行，截至 2012 年底已成功发射 7 艘。

（二）俄罗斯“进步”号货运飞船首次试验快速对接模式

2012 年，俄罗斯共发射 4 艘“进步”号货运飞船。分别为：1 月 25 日发射的“进步”M-14M 飞船、4 月 20 日发射的“进步”M-15M 飞船、8 月 1 日发射的“进步”M-16M 飞船以及 10 月 31 日发射的“进步”M-17M 飞船。其中，“进步”M-15M 货运飞船对接时出现故障，“进步”M-16M 和“进步”M-17M 飞船测试了快速对接模式。

1. “进步”号飞船出现对接故障

2012 年 7 月 24 日，俄罗斯“进步”M-15M 货运飞船在完成国

际空间站常规运货任务与国际空间站脱离后,为了测试新型 Kurs - NA 对接系统,尝试与国际空间站进行二次对接。但由于飞船表面温度过低导致 Kurs - NA 传感器失灵,从而触发“被动中止”程序,致使对接失败。对此,俄航天专家认为,这种“中止”非技术故障,而是一种保障措施。俄技术人员启动了所有可能的加热装置为飞船升温,使得飞船温度保持在 22 度,29 日再次使用 Kurs - NA 对接系统与空间站对接成功。

2. “进步”号飞船首次测试快速交会对接模式

从 8 月份发射的“进步”M - 16M 任务起,“进步”号飞船开始采用新的快速交会对接模式。利用快速交会剖面,飞船在发射 6 小时后与“国际空间站”完成对接,大大缩短了其到达空间站的时间,而传统剖面中对接前的飞行时间约为 2 天。

快速交会过程始于“进步”号飞船入轨。入轨后,在飞船第二次经过俄罗斯地面站测控区时,地面站将实际轨道参数传输至飞船,飞船机载计算机先执行前两次相位调整点火,将前两次点火后的数据与预期值比较,然后下达“前进”命令,继续完成后两次点火,从而与 ISS 在第 5 圈轨道对接。

俄罗斯飞行控制中心专家表示,快速对接模式已经过多年研究,并在地面通过了测试。由于入轨参数严格,“进步”号飞船发射当天 ISS 必须处于最优轨道平面,为此,必须在追踪飞船发射前 6 个月时调整 ISS 轨道。未来,俄罗斯还将使用“进步”号货运飞船进行多次试验,待完全成熟后,将于 2013 年应用到“联盟”号载人飞船。

(三) 欧洲、日本货运飞船成为国际空间站重要货物补给工具

1. 欧洲第三艘货运飞船成功完成任务

2012 年 3 月 23 日,欧洲第三艘名为爱德华多·阿玛尔迪的货运飞船(ATV - 3)成功发射,并于 3 月 28 日与国际空间站成功对

接。此次任务装载 6.6 吨货物,包括燃料、氧气、水、食物、衣服、洗漱用品、医疗用品、实验、备用部件、流体控制泵等,用于补给航天员食物、氧气和实验设备,此外还帮助提升国际空间站轨道。ATV 货物运载能力约为 7 吨,是当前国际空间站货运能力最大的航天器,并且是除俄罗斯“进步”号飞船以外,唯一能够提供燃料补给、姿态控制和轨道提升的航天器。

ATV-3 在轨期间,出现了 3 次故障。第一次故障发生在 3 月 29 日,在进行对接后的首次“测试性”发动机点火推进时,控制 ATV 与“星辰”服务舱电路连接的两套电子系统通路中的一套失灵。根据故障预案,系统快速自动切断了故障设备以确保安全。此后,地面启动了一条“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。第二次故障发生在 8 月 15 日的轨道提升时。第三次故障发生在 9 月 25 日与国际空间站分离时。

2. 日本第三艘货运飞船成功完成任务

2012 年 7 月 21 日,日本第三艘货运飞船“H-2 转移飞行器”(HTV-3)在种子岛航天中心由 H-II B 火箭发射升空,并于 7 月 27 日与国际空间站对接。9 月 11 日,HTV-3 与空间站分离,9 月 14 日再入大气烧毁。

1) HTV-3 主要任务

HTV-3 的主要任务是利用加压舱和外露货架为国际空间站运送补给物资、实验仪器及有效载荷。实验仪器包括水栖生物实验装置、小卫星及释放机构、计划在空间站上发射的 5 颗小卫星,有效载荷有 JAXA HTV 货物挂接机构式实验载荷和 NASA 飞行挂接式实验载荷等,同时,HTV-3 还携带了再入数据采集装置。

2) HTV-3 主要改进

相比 HTV-1 和 HTV-2,HTV-3 进行了以下 6 个方面的改进。

(1) 加压舱。

① 舱内侧闸门双层舱窗所用材质改变:由玻璃改为耐热和抗冲击能力更强的聚碳酸脂;

② 从可靠性、安全性考虑,对轨道支持装置和搭载机构进行了削减。

(2) 非加压舱。

外露货架搭载机构的位置发生了变化,HTV-1 和 HTV-2 是安装在轨道捕获机构上,HTV-3 则是安装在位置检测机构上。

(3) 外露货架。

① 由原来的通用外露货架改为多用途外露货架,以适于完成多项实验任务的需要;

② 运送物品增多,包括 HTV 货物挂接机构式实验有效载荷和 NASA 飞行释放挂接机构式实验有效载荷。

(4) 电子设备舱。

① 用国产器件代替进口部件,包括脉冲收发两用机和天线共享器;

② 采用将 7 块电池固定在一起的结构,节省了接插件夹和固定锁等,提高了可靠性,并使电能从 175 安·时提高至 200 安·时;

③ 为彻底解决电磁兼容性问题,改变了电路设计。

(5) 推进舱。

① 采用日本国产推力器;

② 为实时、准确地掌握推力器的温度变化情况,确保推力器安全工作,主推力器配备了温度传感器。

(6) 软件。

根据 HTV-1 和 HTV-2 的在轨运行结果,对 3 种软件做了改进,目的是提高可靠性和运行效率。这 3 种软件是:交会软件、飞行任务控制计算机软件以及制导控制计算机软件/中止控制单元的计算机软件。

（四）“龙”飞船两度飞往国际空间站，实现商业公司历史性突破

2012 年 5 月“龙”飞船圆满完成首次国际空间站验证飞行任务后,2012 年 10 月 7 日,“龙”飞船实施首次国际空间站货物补给任务,标志着美国公司正式启动商业补给任务。

1. 基本情况

“龙”飞船净重 4200 千克,长 5.9 米,最大直径 3.6 米,运送载荷最大质量 6000 千克,返回载荷最大质量 3000 千克。与 ISS 其他货运飞船不同的是,“龙”飞船带有热防护罩,可在返回时耐受极高温安全降落,可重复使用。

在 NASA 的“商业轨道运输服务”计划下,SpaceX 公司形成了独立设计、试验、执行货运任务的能力。“龙”飞船是目前世界上唯一能够从国际空间站向地面运回货物的货运航天器。2012 年 8 月,NASA 授予 SpaceX 公司 4.4 亿美元的合同,用于研制将人送往太空的载人型“龙”飞船,计划于 2015 年中旬完成载人型“龙”飞船的验证飞行。

2. “龙”飞船首次国际空间站验证飞行任务

2012 年 5 月 22 日,“龙”飞船发射,5 月 25 日与国际空间站成功对接,5 月 31 日,成功溅落在太平洋上,圆满结束此次验证任务。此次任务中,“龙”飞船完成了一系列在轨验证任务、交会对接试验和货物补给验证,成为世界上第一艘与国际空间站成功对接的商业飞船。

3. “龙”飞船首次国际空间站“商业补给服务”任务

10 月 7 日,“龙”飞船再次发射升空。10 月 10 日飞船与国际空间站成功对接。10 月 28 日飞船成功溅落在太平洋上。此次任务是“龙”飞船执行首次国际空间站“商业补给服务”(CRS-1)任务,实现了商业空间运输的历史性突破。

与首次空间站验证飞行任务不同的是,CRS-1 任务装载了

用于空间站运营的大批货物。包括用于空间站科学样品的冰箱、站上乘员生活和工作的各种材料等。这次任务还运回科学研究样品,“龙”飞船运回货物的能力对于支持空间站科学研究至关重要。

CRS-1 任务期间,除了“猎鹰”9 火箭在发射时出现故障外,“龙”飞船在运行中也出现了一些故障。在与国际空间站对接期间,“龙”飞船上三台计算机中的一台可能受到辐射影响出现故障,未能与其他两台建立同步。另外,“龙”飞船溅落海面时,海水渗入到位于舱外的电力装置中,导致储存样品的冰柜内电力中断,致使携带的样品损坏。由于上述问题,“龙”飞船的下一次补给任务也从 2013 年 1 月推迟至 3 月。

二、美国商业运输系统实现突破性进展

2012 年,美国商业运输系统取得突破性进展,“龙”飞船成功执行国际空间站货物补给任务,商业乘员计划也取得重大进展,商业航天器研制持续推进。

(一) NASA 确定执行国际空间站乘员运输任务的商业公司

2012 年 2 月,NASA 启动了第三轮商业乘员开发计划(CCDev3),称为商业乘员综合能力(CCiCap)计划,该计划将完成商业乘员运输系统的综合设计。2012 年 8 月 3 日,CCiCap 计划的合同最终授予了三家公司,分别是空间探索技术公司 4.4 亿美元、波音公司 4.6 亿美元和内华达山脉公司 2.125 亿美元。三家公司将继续开发用于国际空间站乘员运输的航天器。其中 SpaceX 公司研制“龙”飞船的载人构型,计划于 2015 年中旬完成乘员验证飞行(非国际空间站任务)。波音公司继续研制乘员航天运输(CST-100)飞船,已于 2012 年 4 月完成 CST-100 乘员舱模型的降落伞降落试

验,计划 2016 年中期完成乘员验证飞行。内华达山脉公司继续研制“追梦者”号航天系统(DCSS)。

在授予三家公司合同后,2012 年 12 月,NASA 又授予三家公司 3000 万美元的合同,资助商业乘员适人性研究。根据合同,三家公司将与 NASA 联合制定一份满足 NASA 安全和性能要求的商业乘员运输认证计划,内容涉及航天器、运载火箭、地面运行控制等。合同完成后,NASA 将在 2014 年中期举行全面公开招标,以确定飞往国际空间站的载人演示验证飞行。

此外,在商业乘员开发计划中,没有资金资助的公司还有阿联特技术系统(ATK)公司、联合发射联盟和埃克斯卡利伯·阿尔马公司(EAI),其中 ATK 公司负责“自由”号(Liberty)乘员运输系统。

(二) 商业航天器研制进展顺利

1. “追梦者”号作为国际空间站乘员运输系统稳步推进

在商业乘员计划中,内华达山脉公司与 NASA 兰利研究中心合作,开发“追梦者”号航天器,到 2012 年合作已进行了 5 年。目前,该公司提出计划于 2017 年执行商业乘员运输任务。

“追梦者”号小型航天飞机,是可重复使用带翼航天器(部分参数见表 1)。设计为可搭载 2~7 名乘员往返国际空间站,不载人时可运送 1000 千克货物到国际空间站。“追梦者”将由“宇宙神”-5 火箭垂直发射,以水平方式着陆。当发出任务终止命令时,具备 6 小时内返回地球的能力。航天器拥有发射逃逸系统,并可根据需要自主飞行。与航天飞机不同的是,其反作用控制系统推力器采用乙醇作为燃料,此种燃料不易爆炸,在“追梦者”号着陆后可立即对其控制。其热防系统采用烧蚀瓷砖,利用蓄电池进行在轨供电。据内华达山脉公司估算,“追梦者”号的成本将超过 10 亿美元。

表 1 “追梦者”号航天飞机参数

名称	指标
高/米	—
长/米	9
翼展/米	7
体积/米 ³	16
质量/千克	11340
乘员(最多)/人	7
有效载荷	—
在轨时间/天	≥210
再入加速度	≤1.5g

目前,“追梦者”号航天飞机已完成以下里程碑事件:

2012 年 2 月,完成了首架“追梦者”飞行试验航天器主结构的组装和运输;

2012 年 4 月,完成了“追梦者”号航天飞机成比例模型的风洞试验;

2012 年 6 月,完成了“追梦者”号航天系统初步设计评审。

目前,内华达山脉公司正在为首次试验飞行任务做准备,即将开展德莱顿降落试验。

2. “天鹅座”货运飞船为首飞国际空间站做准备

根据与 NASA 的商业货物运输协议,“天鹅座”货运飞船将为国际空间站提供货物补给。“天鹅座”飞船采用低风险设计,继承了轨道科学公司及其合作者经飞行验证的航天器技术,一次最多能运送 2700 千克货物到达国际空间站。“天鹅座”具备返回能力,但与俄罗斯的“进步”号货运飞船类似,可装载废弃物再入大气焚毁。与 SpaceX 公司的“龙”飞船的最大不同是,“天鹅座”飞船仅能完成货物补给任务,不能实现人员运输。

2012 年对“天鹅座”飞船而言是极其关键的一年,主要完成了

以下重要事件:COTS 验证和 CRS 轨道飞行-1 航天器先进测试,包括:热真空测试,COTS 验证机械环境测试;电磁干扰/电磁兼容测试,为首次 CRS 飞行开展的热真空测试和机械环境测试;为最终联合测试准备的飞行验证软件;在发射场完成集成。

“天鹅座”飞船最早于 2013 年 5 月执行首次国际空间站验证飞行任务,如果首次国际空间站验证飞行任务圆满完成,将于此后正式开展国际空间站货物补给任务。

3. “自由”号乘员运输系统计划执行空间站乘员运输任务

ATK 公司的“自由”号商业乘员运输系统用于未来国际空间站的乘员运输,包括航天器、中止系统、运载火箭以及地面和任务运营,设计满足 NASA 的适人性要求。公司计划 2014 年进行试验发射,2015 年首次载人发射。但能否执行国际空间站乘员运输任务,还要经受 NASA 严格的载人运输认证。“自由”号航天器严格继承了“猎户座”计划期间形成的概念和方法,并采用“猎户座”服务舱的设计方法。

三、多国积极谋划载人航天未来发展规划,推动新型载人航天器发展

(一) 俄罗斯航天局公布新航天发展战略,推进载人航天发展

俄罗斯近两年航天事故频发,航天工业受到重创,为振兴俄罗斯航天事业,政府计划大力推进载人航天的发展。2012 年 3 月,俄罗斯航天局将《2030 年及未来俄罗斯航天发展战略》提交给俄罗斯政府,提出载人航天领域的长期战略目标为:不仅要保持,更要增强俄罗斯在载人航天领域的全球领先地位,应对新挑战,获得发展环月空间及月球研究等航天新领域的经验。具体发展计划为:2020 年以前继续运营国际空间站;2030 年以前实施绕月飞行,并实现俄航天员在月球上着陆。2030 年以后实施大规模的包括月球在内的近

空间开发项目,以及为实现载人飞往火星建立条件。

(二) 俄罗斯新型载人飞船 PTK NP 取得新进展

2012 年,PTK NP 项目的主承包商——俄罗斯能源公司的载人航天项目受到俄罗斯航天局高层的质疑。同时,业界也对采用新型载人飞船替代现有“联盟”飞船表示怀疑。在此情况下,俄能源公司推进了新型载人飞船研发,完成了技术设计工作。

1. 研制进展

根据俄罗斯最新的航天政策和可能面临的预算受限,能源公司放弃了研制用于完成不同类型任务(如空间站、在地球轨道自由飞行、到达深空)的几种 PTK NP 飞船型号计划,将 PTK NP 型号锁定为一种,主要用于载人绕月飞行,此外也能到达拉格朗日点。

2012 年,PTK NP 的研制工作继续推进,目前已完成飞船热防护罩和一些硬件的研制以及飞船的技术设计。热防护罩可承受能完成深空任务的更高的再入速度。工程师仍在改进飞船的各个部件和功能。返回舱质量在 8.5 ~ 10.5 吨之间。执行月球任务载满燃料的飞船质量约 23 吨,而 2008 年项目提出时飞船的设计质量仅为 16.4 吨;执行低地球轨道任务装载部分燃料的飞船质量减至 17 吨。公司计划 2015 年完成首次飞行试验。

2. 月球任务方案

由于月球任务飞船质量的增加,需要低地球轨道运载能力 120 ~ 130 吨的超重型运载火箭将飞船和地球出发级送入地球轨道。但俄罗斯航天官员称,未来十年俄航天项目可获得的预期资金无法负担运载能力超过 70 吨的火箭。由于资金有限,俄计划采用多次发射的方案,首先发射 23 吨的飞船到地球轨道,然后发射地球出发级(EDS)至地球轨道,估测 EDS 质量为 60 ~ 65 吨,需用重型运载火箭发射。EDS 与飞船对接后,由 EDS 提供动力飞向月球。

地一月飞行 2 ~ 5 天后,利用 EDS 使飞船减速,插入月球轨道,飞船与月球轨道站(LOS)大致位于同一轨道面。然后抛掉 EDS,飞

船利用自身动力与轨道站完成交会对接,也可以利用自身推力脱离月球轨道站返回地球。飞船推进装置装有一组发动机,每台推力约为 2 吨。飞船推进舱将装载足够的推进剂以产生全部的速度增量,约 1300 米/秒。该推力可使两航天器在距月球 100 千米的轨道上完成对接、轨道修正及返回地球。

可利用 2~3 枚火箭将月球着陆器送入月球轨道,4 次或 5 次发射可完成一次完整的月球考察任务。但是完成这样的任务难度很大,俄近期无法研制出超重型运载火箭,如果达成联合探月的国际协议,俄罗斯很可能依靠美国建造的运载火箭实现月球探索。

(三) 美国新型载人航天器 MPCV 稳步推进

2012 年 2 月公布的 NASA 2013 财年预算申请为 177.1 亿美元,重点之一是稳步推进新型载人运输系统的开发。其中,拨给新型运输系统 27.7 亿美元,最早在 2017 年进行无人演示验证飞行,2021 年进行载人飞行。

2012 年,美国新型运输系统进展顺利,MPCV 完成了多个里程碑事件,包括水池模拟着陆试验、MPCV 中止系统试验飞行、降落伞试验、服务舱试验等。MPCV 地面试验版本已于 2012 年 4 月 21 日抵达肯尼迪航天中心的运行与检测厂房。

洛·马公司已与 NASA 签订合同,计划于 2014 年开展 MPCV 首次探索飞行试验(EFT-1)。EFT-1 试验为不载人试验,将发射 MPCV 飞船至 5760 千米的轨道高度,该高度是国际空间站轨道高度的 16 倍。飞船将以高于目前任何载人航天器返回速度——8000 千米/小时的速度返回地面,飞船再入大气时,将承受将近 2000°F 的高温,这一温度也是除“阿波罗”飞船以外所有航天器未承受过的最高返回温度。

MPCV 计划于 2017 年执行首次探索任务(EM-1),即首次月球任务。此次飞行行为无人验证飞行,将执行为期 7~10 天的月球任务,验证重型运载火箭和 MPCV(“猎户座”飞船)地球轨道以远载人

深空探索能力。计划于 2021 年执行第二次探索任务(EM-2),完成载人绕月飞行。

(四) 美国商业公司规划商业载人月球任务

2012 年 12 月,美国金钉公司公布将开展月球表面探索任务。计划最早于 2020 年实现首次载人登月,任务成本预计在 70 亿~80 亿美元。

金钉公司成立于 2010 年,董事会董事阵容强大。其中董事会主席格林·格里芬为约翰逊航天中心前主任、“阿波罗”飞行指挥,总裁兼 CEO 阿兰·斯特恩为著名行星科学家、NASA 科学任务的前领导。董事会还包括 NASA 前工程师、航天员、项目经理等。

公司将采用与 NASA“星座”计划完全不同的方式执行月球任务,公司称之为“最大化实用性”策略。通过采用该策略,公司创建了一套月球探索体系,使得首次载人探索月球的成本仅为 70 亿~80 亿美元,包括所有必要系统的研制和集成、一系列多任务飞行试验以及项目储备等。相比“星座”计划,该套体系方案先进性可能有所欠缺,但在成本、进度和可靠性方面具有较大优势。能够降低任务成本的原因在于使用已有研制的运载火箭和乘员舱。火箭的方案还未确定,主要可选方案包括“猎鹰”重型火箭和“阿特拉斯”-5 火箭,需开发的新系统包括月球着陆器等。

公司目前处于“A 阶段”,即计划的修订阶段。公司计划在执行首次载人登月任务前进行 3 次试验飞行,首次试验飞行定于 2017 年。每次月球任务需要两枚运载火箭。第一枚运载火箭可在低月球轨道预先部署一个月球着陆器,第二枚火箭发射载有 2 名乘员的乘员舱,与月球着陆器在月球轨道对接。乘员乘坐月球着陆器着陆月表,完成任务后回到月球轨道,然后乘坐乘员舱返回地球。月表的着陆地点由用户来确定。公司计划选定 15~25 个用户在 2020 年—2030 年间完成月球之旅。

商业公司的载人月球任务可以采用一种可靠、低成本的方式实

现美国的“重返月球”计划,使更多的人实现登陆月球的梦想,可进一步拓展美国商业航天的领域,提高商业航天水平,保持美国航天工业的绝对领先地位。

(五) 日本计划基于 HTV 开发新型载人航天器

为有效地利用其成熟技术促进 HTV 后续发展型研究与开发计划,日本向三菱重工业公司等下达了以 2018 年发射为目标,研究采用 HTV 成熟技术实现可重复使用的航天器 HTV-R 的任务。HTV-R 的研制工作将于 2013 年启动,计划 2017 年执行首次飞行任务,计划 2030 年使其成为可重复使用的载人飞船。还考虑在 HTV 的基础上发展月球运输飞行器。HTV-R 和载人飞船的内部容积均为 15 米³,HTV-R 宽 4.2 米,高 3.3 米,净重 4390 千克,将以弹道式再入大气层。HTV-R 将采用使用环保燃料的推进系统,热防护罩将使用低密度轻质材料。

日本还计划充分利用在 HTV-1 和 HTV-2 上获得验证的推进系统、加压空间技术以及开发小行星探测器“隼”取得的着陆、返回技术,重点对“返回系统”和“紧急逃逸装置”开展研究,利用 JAXA 和三菱重工业公司、三菱电机公司、日本电气和川崎重工业公司的科研实力,对结构、材料、热防护、减速/回收、载人支持、推进、制导、导航与控制等关键技术进行攻关,以期取得突破性进展。

四、结语

2012 年,各国注重能力建设,重视技术发展,积极推进各项航天计划。国际空间站建设基本完成,进入全面应用阶段,其作为技术试验平台的作用日益凸显;航天飞机退役,载人天地往返运输能力大大削减,对空间站的应用产生一定影响;商业运输系统登上载人航天舞台,商业公司积极谋划载人月球之旅;各国积极规划低地球轨道以远的载人深空探索活动。

(北京空间科技信息研究所)