

2011 年国外航天员系统发展综述

2011 年,美国航天飞机全部退役。为了继续保持一支训练有素的航天员队伍,美国开始新一轮航天员的选拔工作。俄罗斯也透露了为适应未来星际飞行任务而制定的航天员选拔计划,但具体工作尚未展开。美国国家航空航天局(NASA)的人体研究计划投资力度进一步加大,研究项目更为丰富。为模拟星际探索任务,各种极端环境下的地面模拟试验也顺利进行。俄罗斯联邦航天局、欧洲航天局(ESA)和中国航天员科研训练中心联合开展的“火星-500”试验项目取得圆满成功,试验达到预期目标,6 名乘员健康状况良好。同时,各项模拟试验也均取得大量珍贵的科学数据。

一、国外航天员队伍变化情况

(一) NASA 公开选拔新一批航天员

据美国国家研究委员会的一份报告称,NASA 应该采取措施确保其保留一支训练有素的航天员队伍,以满足国际空间站(ISS)乘组需求或其他任务需求。报告认为,当前 NASA 在选拔航天员时缺乏灵活性,无法满足国际空间站的预期任务需求。

报告称,在航天飞机退役和空间站全面运行的过渡期间,保持航天员的知识水平、多样性和能力显得更为重要。近年来,航天员的人数已大幅减少——1999 年有近 150 名航天员,2011 年仅有 58 名航天员。其原因是由于航天飞机退役和国际空间站从建设转为全面运营,NASA 目前使用的预测航天员最少需求量模型没有充分

考虑到一些不确定性,如航天员退休、航天员经历暂时或永久医疗问题无法胜任工作。因此,委员会建议,NASA 在考虑航天员数量需求时,应有一定的冗余量,以保持一支可随时执行任务、训练有素的专业航天员队伍。

报告称,尽管航天飞机退役减少了一定的训练要求,但国际空间站的运行却提出了一些新的复杂要求,需要航天员进行多年的训练。航天员不仅要熟悉美国舱段的设备,同时还要了解欧洲、日本和俄罗斯舱段及其设备,他们还必须熟练使用空间站的软件、进行出舱活动、操作空间站的机械臂并执行许多其他任务。

决定人员需求的另一个重要因素是,航天员的健康状况,特别是长期航天飞行时的健康状况。目前已经有 13 名航天员在分配任务后发现其健康状况不适合长期飞行。此外,由于种种身体条件,包括视力问题、骨质疏松、生理损伤或者辐射暴露,使得并非所有返回的航天员都能重新获得继续执行空间站任务的资格。

为此,NASA 于 2011 年 11 月宣布选拔新一批航天员,以满足国际空间站任务和其他地面基础工作的需求。新一批航天员将有机会乘坐由美国制造的商业载人飞船飞往国际空间站。新的航天员将主要研究改善地球生活、发展探索太阳系所需的知识和技能。2013 年将公布最终选拔结果。2013 年夏,新一批航天员将开始为期两年的飞行任务前训练,包括机器人技术、舱外活动、飞行和生存训练。

此次航天员选拔的初选条件是:申请人必须具有工程学、生物学、物理学或数学专业的学士学位;取得学位后至少有三年相关专业的工作经验或 1000 小时以上的喷气飞机飞行记录;特别鼓励有教师背景的人(包括有经验的幼儿园老师)申请。医学标准:申请人矫正视力必须达到 20/20(美国正常视力标准);坐姿血压不超过

140/90 毫米汞柱;身高在 157 厘米~190 厘米范围内。

(二) 俄罗斯计划开展新一轮航天员选拔

2011 年 4 月,俄罗斯联邦航天局航天员大队队长尤里·隆恰科夫表示,俄罗斯计划开展新一轮航天员选拔活动。关于计划招募的新航天员人数,隆恰科夫并没有透露,但他指出申请人中没有女性。因此,叶莲娜·谢罗娃仍是俄罗斯航天员大队中唯一的女航天员。

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驾驶员。俄罗斯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,这与星际探索的特点息息相关,要求航天员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。为此,首先必须制定新的航天员选训方案,不但要求未来的航天员能够完成长期自主飞行,而且还要具备在其他星球表面作业的能力。此外,还需要制定一套新的乘组选配方案,一方面乘组内应该包含专业型和通用型航天员,另一方面还必须要求在完成所有任务过程中乘员能够相互替代。

航天员要具备高速驾驶飞船和在其他星球表面上空悬停,以及彼此实施医学救助等能力。为提高航天员飞船驾驶技能,加加林航天员中心考虑建造新型模拟器。同时开始对全体航天员进行专业急救培训,以提高航天员的医学知识和素质。此外,加加林航天员中心的专家已经着手研究星际飞行任务中可能出现的各种非正常情况,以便于在后续的训练过程中进行模拟。

(三) 全球有 11 名航天员宣布退役

2011 年,全球共有 11 名航天员宣布退役,其中美国 8 名、俄罗斯 2 名、日本 1 名,详细情况见表 1。

表 1 2011 年航天员退役情况统计

姓名	出生日期	入选日期	退役日期	飞行次数	飞行时间	国籍
何塞·莫雷诺·埃尔南德斯	1962-8-7	2004-5-6	2011-1	1	13 天 20 小时 54 分钟	美国
查尔斯·欧文·霍鲍	1961-11-5	1996-5-1	2011-9	3	36 天 7 小时 47 分钟	美国
马克·爱德华·凯利	1964-2-21	1996-5-1	2011-9	4	54 天 2 小时 4 分钟	美国
史蒂夫·韦恩·林赛	1960-8-24	1994-12-9	2011-6	5	62 天 22 小时 33 分钟	美国
约翰·林奇·菲利普斯	1951-4-15	1996-5-1	2011-8	3	203 天 17 小时 24 分钟	美国
加勒特·埃林·赖斯曼	1968-2-10	1998-4-6	2011-3	2	10 天 73 小时 15 分钟	美国
罗伯特·李·萨切尔	1965-9-22	2004-5-6	2011-9	1	10 天 19 小时 16 分钟	美国
皮尔斯·约翰·塞勒斯	1955-4-11	1996-5-1	2011-6	3	35 天 9 小时 2 分钟	美国
马克·维亚切斯拉沃维奇·谢罗夫	1974-5-23	2003-5-29	2011-1	0	0 天	俄罗斯
谢尔盖·亚历山德罗维奇·茹科夫	1956-9-8	2003-5-29	2011-4	0	0 天	俄罗斯
川崎直子	1970-12-27	1999-2-10	2011-8	1	15 天 2 小时 47 分钟	日本

美国 2011 年退役的 8 名航天员中,约翰·菲利普斯年龄最长,60 岁;加勒特·赖斯曼最小,43 岁。2011 年 3 月,赖斯曼离开 NASA 后到空间探索技术公司就职,负责“猎鹰”-9 火箭和“天龙座”飞船的工作。赖斯曼曾经执行过两次飞行任务,其中包括一次国际空间站的长期任务。

航天员史蒂夫·林赛,美国空军退役上校,曾进行过 5 次航天飞机飞行任务。此外,2006 年 9 月至 2009 年 10 月,他还担任 NASA 航天员办公室主任。皮尔斯·塞勒斯退役后到 NASA 戈达德航天飞行中心科学探索部担任副主任。

俄罗斯航天员维亚切斯拉沃维奇和亚历山德罗维奇均未曾参加过航天飞行,他们的退役很可能是由于医学原因。后者目前担任斯考尔考沃基金会空间技术和通信组的执行董事以及俄罗斯宇航学会会员。

日本航天员川崎直子(40 岁)也于 2011 年 8 月 31 日从日本航空航天探索局(JAXA)退役,她表示将作为自由职业者以航天教育为中心开展活动。

(四) 维珍银河公司通过竞赛甄选首名商业航天员

为选出第一位商业航天员,维珍银河公司组织了一场竞争选拔。竞争者共计 500 多名,其中包括一些世界一流的飞行员。最终维珍银河公司选择了美国空军试飞员基思·科尔默作为第一位商业飞行航天员。科尔默将和首席飞行员戴维·麦凯开始进行飞行训练和试飞,准备迎接维珍银河公司的飞行任务。科尔默有着 12 年的操作、研制和试飞经验,还有 10 年军事飞行经验,累计飞行时间超过 5000 小时,驾驶过 90 多种不同的飞机。科尔默拥有麻省理工学院航空航天学学士学位,并在科罗拉多大学获得航天工程和无线电通信两个硕士学位。

二、NASA 人体研究计划继续顺利进行

(一) 国际空间站医学研究计划项目进一步优化

2010 财年,国际空间站医学研究计划(ISSMP)研究人员优化了研究项目,以支持 4 次航天飞机和国际空间站第 21 至第 25 长期考察组任务。在轨操作期间,已完成 4 项研究,新开展 3 项飞行任务研究,2 项飞行产品研制,另有 3 项等待可行性评估。

ISSMP 飞行实验主要有：

(1)2010 财年继续进行飞行实施的研究项目。包括：营养状态评估；航天飞行期间睡眠—觉醒活动记录及光暴露；监测乘员免疫功能的确认证程序；二磷酸盐作为航天飞行骨丢失的对抗措施；飞前注入 Zole-dronate 作为一种防止飞行期间骨质丢失和形成肾结石的有效对抗措施；NASA 生物学样本仓库；长期飞行期间及飞行后心肌萎缩和心脏功能紊乱；造成立位耐力不良和训练能力下降，且有心率不齐的风险；国际空间站长期飞行期间最大吸氧量；飞行后工作能力改变的心理因素。

(2)2010 财年开始进行飞行实施的研究项目。包括：飞行期间及飞后康复期间，饮食摄入对预防骨质代谢的影响；国际空间站精神失眠症自测(PVT)；用于防止飞后立位耐力下降的商用压力服评价。

(3)2010 财年完成飞行实施的研究项目。包括：探索任务中静脉注射液的生成；航天器内环境中微生物和过敏原的特性；从国际空间站返回中的心脑血管的控制；CSM 束带站上研制测试：一种用于训练对抗措施的新型束带，证明可增加舒适性和负荷。

(4)2010 财年启动飞行研制活动的研究项目。包括：为验证国际空间站训练对抗措施体系进行的综合对抗和有氧训练研究；国际空间站跑台的生物力学分析。

(5)等待入选飞行的研究项目。包括：长期飞行后操作熟练度的评估；延长飞行对腰椎间盘的损伤风险；长期飞行期间温度调节和心血管对训练的反应。

国际空间站上的跑台负重训练对于保持乘员肌肉系统和骨骼的健康至关重要。目前，国际空间站的跑台束带已经造成乘员不适，包括肩部和臀部受力点的皮肤发炎、青肿、结疤。2010 年，进行跑台束带的站上研制测试(STD0)，其目标是收集在轨舒适性和负荷数据，并与现有束带和改进束带原型进行对比。此项评价的最终

报告于 2011 年完成。改进后的束带设计更加舒适,也更有利于航天员的健康。

肌肉萎缩研究训练系统(MARES)由 NASA 和 ESA 联合研制,2010 年 4 月,该系统随航天飞机 STS-131 任务发射升空,运往国际空间站。MARES 由第 24 长期考察组乘员进行组装和配置,操作过程中的问题在 2011 年得到解决。一旦该系统得到全面使用,它将用来进行肌肉骨骼、生物力学、神经肌肉、神经生理学的研究,以了解微重力对人体产生的影响,并评价对抗措施的有效性。此外,MARES 还可用来评价训练测试方案。

(二) 空间辐射研究完成百余项光照实验

辐射的地面研究在 NASA 的空间辐射实验室(NSRL)进行,研究利用高能量的重离子来模拟空间辐射环境。为了开发精确的探索任务乘员辐射风险模型,确定减少这些风险的对抗措施,NASA 的研究人员在 2010 财年期间参与了 3 项 NSRL 活动。活动期间,100 多项实验照射了各种生物样本、组织和细胞,光照时间接近 1050 小时,获取了极具价值的数据库。

电子束离子源(EBIS)也成功通过了项目评审。2010 年 EBIS 测试运行良好,2011 年完全投入使用。EBIS 能够比以前的系统提供强度更大的离子束,操作灵活性和实时银河宇宙辐射(GCR)模拟能力也有所增强。

(三) 开展在轨乘员训练方案优化研究

2010 财年,有两项新的训练对抗措施项目(ECP)开始进行飞行研究,它们将使现行的国际空间站训练方案更加有效。第一项是跑台运动学研究,它也是首次采集国际空间站乘员训练期间生物力学数据的研究。国际空间站跑台训练需要使用负荷系统将乘员束缚在跑台上,制造一个大于等于地球上航天员体重的负荷。此项研究将评价训练的速度和负荷的大小对训练的影响,其结果将用于制定更为有效的训练方案,从而保持乘员肌肉骨骼的健康。2011 年第

一个空间站乘组开始跑台运动学研究。

第二项新的训练优化研究是“定期添加阻抗和间歇的训练研究”(SPRINT),此项研究也在 2011 年开始进行在轨操作。SPRINT 研究在整个任务期间采用系统方式组合了高强度的阻抗训练和有氧训练以及短时间的休息。研究包括一系列与适应性相关的测量,这些测量可以详细评价训练计划对保护心血管、肌肉和骨骼健康的有效性。

(四) 任务医学信息系统完成建设

1. 提升了数据管理电子化进程

任务医学信息系统(MMIS)是一套基于地面的数据管理系统,由实验室人员提交报告,飞行医生和流行病专家可以访问其医学数据。探索医学能力(ExMC)项目对该系统进行了扩展,也允许研究人员访问乘员的健康数据。

约翰逊航天中心从国际空间站接收乘员的健康和心理数据,进行分析后形成报告。信息系统的终端客户是乘员飞行医生和流行病专家。MMIS 的目标即是安全和快速地向终端客户访问系统内的报告和数据,该系统的完成是数据管理电子化进程中的一个重要里程碑。

2. 完善生物学设备的基本要求

NASA 在航天员飞行任务中经常携带多余的研究设备和医学实施设备。冗余备份是分析范围、测量敏感度、鉴定要求和危险程度不同而导致的。然而,探索任务中质量、体积和功率的极端限制需要对独立设备进行重新评价。2010 年间,制定了两项需求文件,开始考虑研究设备和医学实施设备之间潜在的协同和共享能力。

航天器内活动生理监测系统(IPMS)需求文件记录了与测量要求相同的参数,包括心率、心电图(ECG)、体温、呼吸率、血压、血压饱和度。探索医学实验室(EML)的共用需求文件也已制定。EML 将由一台或多台仪器组成,它提供生物学诊断能力,以便于几种

医学情况的识别和治疗。IPMS 和 EML 的功能要求也已提交并进行关键评审。这两个要求文件将为现在和未来生物学医学硬件的研制提供指导,以满足未来航天探索任务中医学实施和研究的需要。

3. 静脉注射液生成系统成功通过飞行测试

静脉注射液生成(IVGEN)系统是由负责探索医学能力(ExMC)的研究人员研制的,其目的是开发一套能够利用在轨资源生产出达到美国药典(USP)4 级标准注射液的系统。国际空间站任务期间,大约需要 12 升 4 级注射液,而地球轨道以远的探索任务则需要得更多。由于 4 级注射液的常温保质期非常有限且受到航天器质量和体积的限制,所以需通过使用注射液净化系统来节省资源。

格林研究中心研究小组所设计的硬件装置,利用一个内装有去电离树脂和过滤器(用于去除细菌)的滤筒,来净化国际空间站水处理组件所提供的水。ZIN 技术公司支持负责该硬件的设计、制造以及飞行测试。2010 年 4 月,此硬件由多功能后勤舱运往国际空间站。

在飞行测试期间,国际空间站航天员成功配制了 2 袋 1.5 升 0.9% 的生理盐水。之后,IVGEN 研究小组的成员继续硬件操作,以确定在过滤器耗尽之前此硬件一共能处理多少水。那两袋生理盐水由 STS-132 任务带回,并送往 USP 认证的实验室进行成份测试。结果显示,除生理盐水的浓度稍微超出期望范围之外,IVGEN 通过了所有的 USP 测试要求。而且由于生理盐水的浓度仍在身体承受限度之内,注射液也适于应用。

(五) 继续开展空间人的因素及适居性研究

1. 月尘毒理学研究

NASA 月尘毒理学咨询委员会继续研究月尘的毒理性。工作组包括多个来自约翰逊航天中心、艾姆斯研究中心和学术界的地理学和毒理学团队。由于月尘毒理学研究需要利用那些足够小且可以进入肺的最内部的粒子,地理学小组开发了一种分离方法,利用超

纯的干燥氮气流来从较大颗粒中去除那些更小、更轻的粒子。毒理学小组在国家职业安全与健康研究所内进行了初步研究,让老鼠将天然月尘、喷气磨粉机月尘壤、石英粉(一种高毒性粉尘)都分别吸入呼吸道,然后从肺部采集体液进行分析。这些研究结果将用于确定用滴注法灌入中心气管的剂量,研究中将老鼠灌入五种材料之一,每种材料中都包含三种不同类型的月尘,作为正面的和负面的对照组。

2. 食品包装比较

高级食品研究的目的是为航天员提供安全营养的食品,而且食品的质量、体积、所产生的食品垃圾和准备时间都应合适。因此,需要保质期达到3年~5年的食品包装系统——目前航天飞机和国际空间站的食品技术均无法满足此要求。

探索任务食品系统要求重量轻、质量高且保质期长。包装失效、材料过剩或者包装内的氧气都会给食品系统带来不良影响。为了确定影响食品系统重量和保质期的包装参数中哪些可以修改,研究人员对包装的密封条件、密封宽度、抽真空程序以及包装结构进行了评价。作为评价结果,参数的修改已经应用到国际空间站的食品供应过程当中,适合密封袋和复水包装的最低温度已经确定,抽真空的设置条件也已明确。

3. 乘员机动性和振动评价

机动性是航天器、工具和控制接口设计的一个重要因素。作为人体研究计划(HRP)可用性研究项目的一部分,在乘员着服装和不着服装时,通过对机动性等级的制定和测试来评价乘员移动容易度,根据测量各方向的移动能力以及步速和精确性,将机动性评估等级(MAS)分为5个级别,从“1—极好”到“5—很差”。

在过去的三年里,HRP信息表达研究项目对激烈振动条件下人的视觉和手动操作能力进行了一系列的研究。根据航天员的经验,以及从这些研究中获取的数据,制定了振动限制要求。这种限制使

得乘员在振动时也能够监视航天器的各项功能,振动结束后即可进行手工控制。

2010 年,已经完成信息表达研究项目中最后 3 项振动研究的数据采集和分析工作。这些研究主要分析不同类型全身振动之间的关系以及对显示—读取和光标控制的不良影响。

第一项研究表明,由胸椎脉冲型振动所造成的视力干扰与连续振动所产生的影响大致相同。第二项研究表明,在全身振动期间采用的对抗措施可以改善视觉显示可读性。第三项研究表明,尽管单频胸椎振动期间光标控制操作随着振幅增加而退化,但是振动类型对每种光标控制(CCD)的影响都是一样的。受限制较大的光标模式,如只允许光标从左向右移动的模式,比其他光标模式受振动的影响更大。这些工作的结果将有助于高振动环境下人系统接口的设计,以及未来载人飞行任务中工作能力要求的明确表达。

(六) 获得第一批长期航天飞行相关行为问题数据

“与长期航天飞行相关的行为问题”研究的最终报告于 2010 年 6 月完成。此研究的目的是为未来的航天飞行任务做准备,确定相关行为因素并获取数据,进而根据各种行为问题的特点来采取措施。报告的基础是航天员在国际空间站上生活 4 至 6 个月的相关经验。此项研究提供了长期飞行操作相关行为问题的第一批数据。总计确定了 24 个问题并进行了等级排序。大量数据是以日记形式获得的,航天员总计记录了 705 篇。

问卷调查分别在发射前、任务中和着陆后进行。研究发现乘员记录最多的是他们的工作,接下来依次是对外通信、航天飞行姿态调整、乘员接口、娱乐和消遣、设备、事件、组织和管理、睡眠、食品。此外,研究还表明在每次任务的第三季航天员的士气都有所下滑。

空间任务经验使航天员暴露在特殊的光明—黑暗的轮回之中,这种情况导致他们生理节律和睡眠—觉醒周期紊乱,进而影响睡眠质量。美国国家航天医学研究所(NSBRI)的一项关于光暴露特性

的研究就是致力于解决这个问题。睡眠干扰也受到其他因素的影响,如噪声、温度、微重力,这进一步导致认知功能下降,所有这些因素共同增加了因疲劳引发事故的风险。

NSBRI 及科学研究空军办公室联合刊发了题为“慢性失眠对航天员绩效的后效应”的文章,根据此文的研究数据,表明一个人也许能够在清醒之后的几小时内短暂克服慢性失眠所造成的累积效应,但还必须处理睡眠缺失所带来的后效应,这可能对乘员绩效带来严重影响,尤其是在生理节律的某些时期。此结果同样也适用于那些长时间或夜间工作的国际空间站乘员。

三、“火星-500”地面模拟试验取得丰硕成果

11月4日,来自俄罗斯、法国、意大利和中国的六名志愿者走出综合试验舱,这标志着520天“火星-500”试验顺利结束,由俄罗斯组织、多国参与的首次模拟火星载人飞行试验取得圆满成功。

(一)“火星-500”志愿者成功完成三次模拟火星出舱

2011年2月1日—3月1日,试验小组顺利进行了火星登陆及乘组在火星表面工作的模拟。这一阶段试验的目的是,使用机器人设备、计算机技术及虚拟现实技术作为保障,对乘组登陆火星及在火星表面活动进行模拟。

试验过程中顺利开展了4项研究:

(1) 在地面模拟火星飞行的长期隔绝试验中,人穿着航天服在火星表面工作时靠近头部血液再分配对人工作能力及直立稳定状态影响的研究;

(2) 实现三次出舱活动及使用机器人设备对火星表面的研究,出舱活动分别在2011年2月14日、18日和22日进行;

(3) 虚拟现实技术应用研究;

(4) 在“火星-500”试验框架内对“训练设备及工作能力评价”(PRET)实验项目进行评审。

2月14日,第一乘组成员进行了首次登陆“火星”表面活动。俄罗斯志愿者亚历山大·斯莫列耶夫斯基和意大利人迭戈·乌尔维纳首先进行了登陆活动,在出舱活动中他们完成了所有的计划任务并提前50分钟结束活动。其间志愿者用强磁仪对“火星”表面进行勘察,收集了岩石和土样。

2月18日,斯莫列耶夫斯基和王跃进行了第二次登陆“火星”表面活动。此次登陆“火星”活动持续了大约1.5小时。斯莫列耶夫斯基和王跃收集了上层的土样,还用磁强计对“地表”进行了勘察,寻找“火星”正负磁场,并收集了岩石样品。

2月22日,斯莫列耶夫斯基、乌尔维纳进行了第三次登陆“火星”出舱活动,两名志愿者完成了所有计划任务。

(二) “火星-500”试验使人类距火星更近一步

俄罗斯科学院副院长格里戈里耶夫在接受记者采访时称,“火星-500”试验的初步结果显示,试验的主要目标均已实现。

第一,完成所有科学计划,获取了大量实验数据。

在整个试验期间,共有106个实验项目,其中有的特殊项目,例如使用传统中医方法进行的实验,在试验大纲中每个实验都包含了子项目,因此实际进行的实验远远超过了106项。

第二,试验进展顺利,所有乘员身体状态良好,技术设备也保持完好。

志愿者们出舱时健康如初,对身体工作能力的测试也表明,与初始状态相比浮动率为上下10%。长期隔离试验对乘员之间的人际关系也是一个考验。乘员们没有争吵、没有指责,没有出现人心涣散的现象,实际上形成了统一的集体。

“火星-500”试验不仅检验了人的能力,同时也测试了各种技术设备,环境参数也没有超出正常范围。鲍曼大学开发的远程心率和呼吸频率定位仪提供了实时信息。在试验中还使用了独特的远程医学技术,医生可以观察航天员的肝脏或血管情况,并为航天员

提供医学咨询。

四、地面模拟试验研究在各种极端环境下全面展开

(一) 乘员训练概念设备进行人的因素及适居性评估

2010 财年,在荒漠试验(D-RATS)进行为期 14 天的航天器样机试验中,对抗措施项目提供了 2 台紧凑型训练概念设备:一台为具有发电能力的自行车功量计;另一台为气动弹力阻抗设备,其阻抗可调,最高阻抗可达到 195 千克。这两台设备安装在月球车上,以进行人的因素及适居性评估。

功量计可提供在紧凑型固定自行车上的有氧训练,并可在上体施加负荷。当航天器无法供电时,功量计在两种模式下都可自行发电。电能可被存储起来,也可用来为笔记本电脑之类的设备充电。

气动弹力训练概念设备也不需要电力,只需要通过一个简单的气泵来充电。改变线缆配置即可进行各种训练,包括向下拉、向上举、双臂屈伸、下蹲。这些概念设备的人因评估工作正在进行中。

(二) 飞行模拟项目完成各项研究任务

1. 性别差异(系列 3)卧床研究

飞行模拟项目研究人员完成名为“性别差异卧床研究:上肢和下肢的自主性、神经内分泌、血管反应”系列研究,此研究的目的是确定不同性别心血管特性对立位耐力影响的差异。女性航天员的立位耐力要比男性航天员更差。利用 6 度头低位卧床模型来研究与航天飞行相类似的心血管的改变,其目的就是研究造成立位耐力下降的机理。

23 名被试参加了此项研究。研究的第一阶段为基础测试,在此期间允许被试在设备附近随意走动。下一阶段为长期卧床,被试者在卧床上保持 6 度头低位 60 或 90 天,他们进行所有的活动均保持此姿态,包括测试和洗漱。研究的最后一个阶段,被试在进行康复和飞后研究测试的时候,也能够卧床周围自由走动。

整个研究中测量了血管反应、心脏功能和体液动力学,以检查与卧床相关的变化。

2. 30 天头低位卧床研究

共计有 12 名被试者参加了 30 天头低位卧床研究。被试者首先完成了卧床前为期两周的基础测试,然后保持 6 度头低位 30 天,最后还有两周的恢复期和卧床后的测试。

第一项研究为“利用血样和尿样中钙同位素分析快速测量骨丢失情况”。研究中,通过分析血样和尿样中钙同位素的组成,制定早期确定骨矿密度变化的方法。

第二项研究为“卧床后近红外光谱(NIRS)测量验证”。在此项研究中,验证 NIRS 设备作为一种非侵入方法来连续测量脚踏车训练期间氧的消耗量。

在脚踏车训练期间,被试者还要参与第三项研究,即“最大限度训练期间测量中心体温的非侵入设备”。研究利用置于头部和胸部的双传感器来检查非侵入方法,以评测训练期间的中心体温。

第四项研究为“低重力模拟中胃肠生理功能评估方法”。胃肠功能的评估利用“聪明药丸”技术。被试摄入一个特殊的胶囊,其内包含有监测 pH 值、温度、压力、以穿过胃肠管道所用时间的传感器。

(三) 奥地利成功进行“奥达·X”火星服试验

“奥地利太空论坛”(Austrian Space Forum)研究组织在位于西班牙里奥廷托(Rio Tinto)的半荒漠地区完成了为期一周的“奥达·X”(Aouda·X)模拟航天服试验。此款航天服已由“奥地利太空论坛”研制了三年多,具备当今同类产品的最高水平。

欧洲航天局的火星漫游者“欧洲机器人”(Eurobot)也参与了此次任务。该火星漫游者样机价值 150 万欧元,于 4 月 19 日通过了首次实地试验。

在 4 月 18 日至 21 日的试验期间,科研团队收集到了珍贵的科学与技术数据。“奥达·X”与“欧洲机器人”一起完成了多项活动,

验证了进行“人机交互”试验的可能性。这对于实际火星任务意义重大。

（四）荒漠试验评估小行星探索任务期间的人机配合

2011年8月30日—9月12日,来自NASA和企业界、学术界的工程师、航天员、科学家和技术人员在美国亚利桑那州荒漠“黑点”熔岩流地区,进行了第14次荒漠试验。本次试验的内容是为评估小行星任务期间,人与机器人探索可能发生的各种状况,进行综合任务模拟。

NASA的主要目标是确定在载人探索近地小行星期间:通信延迟和带宽对工作效率的影响;怎样的系统组合(舱外活动[EVA]乘组,多任务空间探索运输车[MMSEVs],深空居住舱[DSH])最为有效;乘组人数如何影响工作效率;机器人系统的工作效率如何随着控制器位置变化而改变。

根据可应用的场景,对7种不同的探索系统和乘组人数的组合进行了系统测试,设计这些活动的目的是提供探索任务和目的地范围内都可适用的数据。

任务对比了1个DSH;0部、1部或2部MMSEVs;3或4位乘组成员。两位乘组成员——艾尔法和布里昂,在DSH内停留了几昼夜,评估居住舱在保障科学、维护和医学实施以及乘组成员日常生活(例如睡觉、就餐和与其他乘组成员通信)的功能和效率。

为了模拟通信延迟,乘组使用了两个不同的通信带宽,在模拟场与休斯顿之间建立了50秒单向时间延迟。

本次任务中,欧洲航天局还特别派出研究小组,该小组有成员11人,来自意大利、法国、荷兰。任务其间特别设立了两处“科学保障间”,每个保障间都有一组科学家和工程师,对一辆运输车及其乘组进行保障。ESA的科学家在位于荷兰的欧洲航天技术中心的Erasmus保障间内为亚利桑那乘组提供科学和技术支持,就如同真实的小行星任务一样。

(五) NEEMO 15 在海下模拟小行星任务

NEEMO 15 是首次模拟小行星任务的海下任务。5 月,“宝瓶座”小组已经进行了前期工程测试。NEEMO 15 需要潜水器和“宝瓶座”小组之间复杂的配合。其间研究小行星任务的三个方面:如何在表面抛锚,如何四处移动,如何最好地采集数据。与月球或火星不同,小行星的重力非常小,难以吸引航天员或运输车,因此必须在表面抛锚。NEEMO 15 评估不同的抛锚方法,以及如何将抛锚点相连成为路径。潜水员和工程师将评估在没有重力的情况下沿着表面部署和移动仪器的不同方法。

任务开始阶段由于热带风暴推迟,开始后又受到飓风威胁,只进行了 6 天就提前结束,NASA 其余未完成的项目可能会被顺延至 2012 年。其间居住舱小组进行了模拟舱外活动,而 DeepWorker 小组执行了一系列科学考察活动,所有活动由指令舱通信员(CAPCOM)在移动任务控制中心提供保障。乘组和保障小组使用居住舱工具并模拟通信延迟,合作完成行为健康和绩效研究活动。EVA、DeepWorker 和 CAPCOM 小组报告,关于出舱活动技术、清障采样工具和通信方法方面有重要的初步发现。

(中国航天员科研训练中心)