

# 神舟七号载人航天飞行任务航天员选拔与训练

黄伟芬

(中国航天员科研训练中心)

**摘要** 航天员选拔训练是载人航天工程中至关重要的环节,选拔训练合格的飞行乘组将直接影响到工程计划的顺利实施和飞行任务的成败。简要分析和阐述神舟七号载人航天飞行出舱活动任务对飞行乘组及航天员选拔训练的要求与挑战、选拔的策略和原则,概述选拔训练的项目、内容、方法、实施安排与结果,以及出舱活动训练简况。

**关键词** 神舟七号 载人航天飞行 飞行乘组 选拔 训练

## 1 引言

2008年9月27日16时41分至17时00分,翟志刚穿着我国研制的“飞天”舱外航天服,在刘伯明和景海鹏的协助与配合下,出色地完成了首次空间出舱活动,我国载人航天事业再一次取得了里程碑意义的历史性突破。

2008年9月28日17时37分,神舟七号飞船返回舱在内蒙古四子王旗成功着陆,飞行乘组胜利凯旋,任务取得圆满成功。这一成功,标志着我国成为世界上第三个独立掌握空间出舱关键技术的国家,我国的载人航天技术达到了新的水平。

在此次飞行任务中,三名乘组航天员翟志刚、刘伯明和景海鹏以坚定的信念和顽强的意志,沉着果敢,操作准确,配合默契,充分发挥了航天员的主观能动性和应变能力,及时准确地发现、处理和解决问题,正确果断地调整操作和计划安排,表现出了优异的应急处置能力和自主决策能力,对神七出舱活动任务和飞行任务的圆满成功起到了不可替代的、至关重要的作用,向世界展示了中国航天员的风采,并充分展示和证明了我国在航天员选拔训练领域取得的成就和水平。

## 2 神七任务对航天员选拔训练的挑战

神舟七号载人航天飞行的主要任务是实施我国首次航天员空间出舱活动,突破和掌握出舱活动相

关技术。这是我国载人航天发展战略规划第二步第一阶段的重要任务,也是我国载人航天发展史上又一具有重大里程碑意义的任务。

航天员出舱活动是载人航天活动的重要组成部分,是人类开发、利用空间资源不可缺少的技术途径,已成为航天任务中最具挑战性的一个方面。航天员出舱活动,不仅可以完成特定的任务,如释放和回收卫星,进行科学实验,回收试验样品,搭建大型的空间站等;还可以对航天器进行必要的维修与维护,同时也是实施太空救援的必要手段。因此,是否掌握出舱活动技术是一个国家载人航天技术实力的一个重要标志,也是确立一个国家参加国际航天活动地位的重要标志。

航天员出舱活动是一项高难度、高风险的航天活动,同时也是一个安全性和可靠性要求极高的系统工程。航天员出舱活动所面临的空间环境十分严酷,包括高真空、失重、太阳辐射、深冷、微流星、空间碎片、离子辐射等;航天员随身携带的可利用资源十分有限;航天员在出舱过程中也可能会遇到许多意想不到的问题和危险;高负荷和高风险的出舱活动操作任务对航天员的能量代谢、心血管功能及心理等机体状态会产生明显的影响,航天员要承受很大的生理和心理负荷。因此,出舱活动任务不仅对载人航天工程技术和管提出巨大的挑战,而且对航天员的身心、知识、技能和能力也提出了极高的要求,因而对航天员选拔训练也提出了巨大的挑战。

航天员选拔与训练是载人航天工程中不可或缺、至关重要的环节,选拔训练飞行乘组将直接影响到工程计划的顺利实施,航天员的实际表现也将直接影响到飞行任务的成败。突破和掌握出舱活动技术,除必须突破和掌握舱外航天服装备技术、气闸舱技术,以及完成出舱活动窗口选择与出舱活动程序设计,在工程上采取措施保证航天员出舱活动时的安全和健康,并维持其一定的作业能力之外,还必须突破和掌握航天员出舱活动选拔训练技术。因为通过系统全面、科学严格的选拔训练,不仅能使飞行乘组具备良好的身体素质和心理素质,获得足够的知识,熟练掌握相关操作技能,具备执行出舱活动任务的能力,圆满完成飞行任务,而且能够对航天器系统的运行实施有效的监控和必要的管理,在飞行中能够正确地识别、判断和处理故障,并可对航天员人为失误的可能性降到最低,从而起到提高飞行安全性、可靠性和飞行成功率的重要作用。

神七任务飞行乘组航天员选拔与训练工作面临的挑战是巨大的,其标准之高、要求之严、风险和规模之大、复杂度和难度之高都是前所未有的,主要体现在以下几个方面:

一、首次出舱活动任务的高风险、高负荷、高难度等特点,对航天员的身体、心理、知识、技能与能力均提出了更高的要求,因而对航天员选拔训练提出了更高的标准和要求。

①对航天员的专业知识、操作技能、自主决策能力和应急处置能力要求更高。神七任务飞行乘组航天员要完成我国首次出舱活动,并在舱外回收空间试验样品。对于我国载人航天工程来讲,要突破出舱活动技术,不仅是对舱外航天服、气闸舱和出舱活动程序设计等出舱保障技术的实践检验和考核,更需应对无法完全模拟真实的出舱环境和可能出现认识不到的复杂情况的严峻考验。航天员在飞行全过程中,尤其是从进行出舱准备到出舱活动任务完成,任务繁重艰巨,操作繁多复杂,要求和制约因素多,失重环境给操作也会带来许多意想不到的困难,因而对航天员执行程序 and 操作的时效性、准确性、默契性和灵活性提出了更高的要求,航天员的主体作用更加重要和突显。航天员必须准确无误地完成各项规定的操作,而且还要面对突发事件和问题时,能够充分运用所学的知识和掌握的技能,互相配合,及时准

确地做出识别、判断和处置,对航天员的主观能动性、专业知识和技能、自主决策能力和应急处置能力要求显著提高。

②对航天员身体素质要求更高。航天员在失重适应期和空间运动病高发期进行操作,任务十分繁重和艰巨。除进行飞船运行工况监控与生活照料等工作外,第一天还必须进行约十五个小时的舱外航天服在轨组装、检查和训练;第二天从执行出舱活动任务准备到返回过闸需五个小时,必须连续工作十多小时而无法休息。同时航天员也将经历不同的气体压力环境,面对可能发生的减压病问题。因而对航天员的身体素质提出了更高的要求,要求航天员必须具备很好的身体素质,充沛的体能储备,快速的体能恢复能力,且具有很好的耳气压功能和前庭功能,以及较小的减压病易感性。

③对航天员心理素质要求更高。首次出舱,面对复杂恶劣的太空环境作业和许多未知变数,航天员要承受巨大的心理负荷,因此不仅要具有很好的身体素质、熟练的专业技能,还必须具备优秀的心理素质,包括很好的情绪稳定性、很强的危机处理能力、心理搁置能力、勇敢和献身精神、很好的心理相容性和协同配合精神。当出现问题 and 遇到紧急情况时,能够从容不迫,沉着冷静地进行及时正确地处置。无论是正常工况,还是遇到故障身处险境,航天员心理素质的优劣将直接影响其操作技能水平的发挥、故障和应急情况的处置和出舱活动任务完成的质量,直接影响飞行任务的成败。

二、飞行人数、岗位和任务的增加,工程总体的高要求,出舱活动模式复杂,飞行故障预案众多,均对航天员的操作技能和协同配合能力均提出了更高的要求,增加了航天员训练科目和安排的复杂度,对航天员训练也提出了更高的要求。神七任务飞行乘组由 3 人 3 个不同岗位的航天员组成,舱外航天服采用两人(“一中一俄”)模式。01 号航天员穿“飞天”舱外服出舱,02 号航天员穿“海鹰”舱外服在轨道舱内协助。当有一舱外航天服发生故障无法保障两人模式时,必须具备一人出舱的能力。当出舱岗位航天员出现问题无法完成任务时,其他航天员必须能替换其完成出舱活动任务。出舱活动任务对不同岗位的航天员要求不同,每名航天员在全面熟练掌握飞行知识和技能的基础上,必须牢固地、熟练掌握本岗

位所需专业知识和技能。不同岗位的航天员必须能够互为备份,而且必须有很好的协同配合能力。因此,为了满足工程总体的要求,提高完成出舱活动任务的成功率,在实施航天员训练时,既要进行“飞天”舱外服技术训练,又要进行“海鹰”舱外服技术训练;既要安排两人模式的训练,又要安排单人模式训练;既要考虑本岗位的训练,也要考虑其它岗位的训练;既要考虑固定搭配的乘组训练,也要考虑不同组合的乘组训练,因而大大增加了训练的复杂度和难度。

三、出舱活动训练是一项内容多、负荷大、技术复杂程度很高的训练项目,而地面模拟的局限性决定了其必须通过多个现场进行实施。因此训练项目多、现场多、技术状态复杂,而且某些训练项目之间存在相互制约的影响,尤其在水槽、舱外航天服试验舱和出舱活动程序训练模拟器(简称 EVA 模拟器)进行出舱活动训练时,组织实施涉及部门多、规模大、岗位多、设备多、界面多、环节多,训练复杂程度大大增加,安全问题更加突出,如何在时间紧,任务重,人员、设备和经费等资源有限的条件下,确保训练安全和航天员的健康,又要达到训练目标,还要提高航天员操作的可靠性,无论是对选拔和训练的方案设计,还是对训练的安排和组织实施均提出了新的更大挑战。

四、出舱活动训练是一项开创性的全新任务,航天员训练实施与训练体系建设、舱外服、水槽等训练设备和产品研制、出舱程序设计等研制工作同步开展,存在许多不确定的因素和制约因素,且训练资源有限,如何在这种条件下确保选拔训练出的飞行乘组航天员综合素质最优、最胜任神七出舱活动任务,并保证训练的有效性、正确性、充分性、覆盖性和实时性是航天员选拔与训练工作面临的又一巨大挑战。

因此,无论是飞行乘组选拔与训练的策略、项目、内容、方法与标准,还是组织实施的模式与程序、组织机构与岗位设置、故障预案与安全对策,航天员系统在对神七任务特点、工程研制情况和航天员队伍现状进行全面分析的基础上均进行了相应的调整,进行了科学地统筹安排和周密的策划,以确保选拔与训练方案的合理、可行,确保组织实施的安全、高效。

### 3 神七任务飞行乘组的选拔

飞行乘组选拔是指从合格的航天员中为一次航

天飞行任务选拔出最佳飞行乘组的过程,包括选出合适的航天员组成飞行乘组、确定候补航天员或备份乘组、以及飞行前的最终确认。航天员系统在充分继承和汲取神五、神六任务飞行乘组选拔成果和经验的基础上,综合分析并充分考虑了神七出舱活动任务的特点和要求以及航天员的身心特点,制定了科学合理、切实可行的选拔方案,开展了神七任务飞行乘组选拔工作,对选拔的策略、项目、方法、标准和实施阶段均做出了必要的调整和改进。

#### 3.1 选拔原则与策略

针对神七任务出舱活动任务特点,并综合考虑训练资源有限、时间紧、训练任务重的情况,飞行乘组选拔采取和遵循了以下的原则和策略:

①坚持系统性原则、全面考评与突出重点相结合的原则、客观公平性原则、阶段评价与动态评定相结合的原则、安全有效性原则、基于数学模型的评价方法与专家经验决策相结合的原则,科学合理安排选拔项目、负荷和程序,加强针对性,加强科学考评,确保选出最胜任出舱活动任务的航天员和飞行乘组。

②合理划分选拔阶段,尽早选出飞行乘组并确定岗位,同时采用个人备份而非整组备份的替换原则,即出现问题时只考虑航天员个人替换,不进行整组替换,以确保在有限的资源条件下飞行乘组能进行比较充分的出舱活动训练和有较多的编组训练时间,确保飞行乘组训练的充分性和协同配合的默契性,提高训练效果。

③加强顶层策划和设计,将选拔与训练、试验、大型联合演练、以及年度、季度、日常和训练、试验现场的医学监督医学保障工作有机结合,统筹策划和安排,建立动态监测、考评、保障及调整机制,对航天员的健康状况、思想、心理及训练方面的情况进行动态观察和评估,对飞行乘组人员的调整和更换从严把关,对各选拔训练各阶段出现的问题采取不同的处理策略和方法,以提高选拔训练的质量和效率。

#### 3.2 选拔项目与内容

根据神七出舱活动任务的特点和要求,主要从思想政治素质、身体情况、心理素质、知识与技能等方面对航天员进行全面的考核、检查与评定,并有针对性的补充、强化有关选拔项目与内容:

①思想政治素质考评:主要对航天员的政治合

格、爱岗敬业、刻苦训练、遵章守纪及团队精神等方面的军政素质做出评价。

②医学检查与评定：主要对航天员的身体健康状况、一般生理功能、航天环境耐力与适应性进行检查与评定。新增高空减压病易感性检查和身体基本素质检查，强化了前庭功能检查和耳气压功能检查。

③心理素质测评：主要对航天员的情绪稳定性、危机处理能力及心理相容性等做出评价，新增敢为性和心理搁置能力的评价。

④训练成绩考评：主要对航天员的专业知识与操作技能、故障识别、判断和处理能力、对飞行程序和故障预案的掌握以及协同配合能力等进行考核与评价，新增出舱活动相关知识、技能及出舱活动程序的考评，并作为训练成绩考评的重点内容之一。

⑤选拔综合评定：在单项考评的基础上，主要对思想政治素质、医学检查与评定、心理素质测评和训练成绩等的考评结果，并结合其它因素进行综合评定。选拔各阶段综合评定的重点不同，各项目所占权重亦不相同，同时强调对重点项目的一票否决。

### 3.3 选拔标准与方法

除沿用成熟标准与方法外，针对神七任务选拔项目、选拔原则和策略的变化，增加了新的检查项目和方法，并引入相应的评价标准；对重点项目的检查方法进行了必要的改进，提高了其单项评价标准；对入选的基本条件内容进行了调整，提高了入选的标准。

神七任务飞行乘组的选拔标准体系由单项评价标准、综合评定标准、射前飞行乘组确认标准三类标准组成，包括思想政治素质考评标准、医学检查与评定标准、心理素质评价标准、各项训练考核的评分标准、选拔各阶段训练成绩综合评价标准、选拔各阶段综合评定标准及确认标准等。

从总体上来讲，神七任务飞行乘组选拔采用了分步实施、层层选拔、先单项后综合、定性与定量相结合、阶段考评与动态考评相结合的选拔方法，并充分利用多年来观察记录的信息资料和经验，采用多现场、多种手段综合应用的方法，全面深入地分析以做出客观的评价。同时采取三级考评审查制度，以确保选拔实施的公平、公正，考评结果的客观、真实和有效。

### 3.4 选拔阶段划分与实施

选拔分初选、定选和确认三个阶段实施，每个阶段工作目标不同，工作的重点不同，项目和内容亦不尽相同。

#### 3.4.1 初选阶段

此阶段的工作目标是优选出 6 名航天员，并进行初步分组。主要工作项目包括思想政治素质考评、医学检查与评定、心理素质测评、训练考评及综合评定。在全面考评的基础上，医学检查与评定充分重视了前庭功能、高空减压病易感性、耳气压功能的检查与评定；心理素质测评重点是情绪稳定性、敢为性、危机处理能力和心理相容性评价；训练考评重点是与航天飞行及出舱活动相关的专业知识和技能的考核。

实施程序与结果如下：①首先由各单项考评组依据此阶段各单项考评实施细则和标准，实施单项考评。②在单项考评的基础上，由综合评定组依据入选的基本条件，确定参与选拔综合评定的人选。③由综合评定组进行综合评分的计算，对医学检查与评定、心理素质评价及训练考评结果加权计算得出综合评定分数。④将各单项评定结果和综合评分提交航天员科研训练中心航天员选拔训练委员会审议，形成初步结论。⑤将结果上报总装备部航天员选评委员会审定，最后选定翟志刚、刘伯明、景海鹏等 6 名航天员进入下一个训练阶段（任务训练阶段），并依据分组原则进行了初步分组：翟志刚、刘伯明、景海鹏为第一组，另外三名航天员为第二组。

#### 3.4.2 定选阶段

此阶段的工作目标是确定飞行乘组和候补航天员，并确定乘组人员岗位。此阶段的工作项目主要包括①在初选的基础上，进行临床医学常规项目检查、前庭功能检查和运动心肺功能等检查并进行医学评定。②根据初选后航天员在出舱程序训练模拟器、模拟失重水槽等训练、试验、生活和各种活动中的表现，对其思想状况和心理素质进行分析评价。③在对任务训练阶段各项训练进行全面考评的基础上，重点考评航天员出舱活动训练、飞行程序与任务模拟训练及参加大型联合演练的情况。④进行综合评定以及岗位胜任评价。

实施程序与结果如下：①首先由各单项考评组实施单项考评。②在单项考评的基础上，由综合评定组对 6 名航天员进行了综合评定，对医学检查与评

定、心理素质评价及训练考评结果加权计算得出综合评定分数。③将各单项评定结果和综合评分提交航天员科研训练中心航天员选拔训练委员会审议,确定了排序,形成了初步综合评定结果。④委员会依据岗位胜任评价方法和要求,对排序前三名的航天员进行了岗位胜任评价,确定了三名航天员的岗位,形成初步结论。⑤将结果上报总装备部航天员选评委员会审定,最后选定翟志刚、刘伯明、景海鹏为神七任务飞行乘组航天员,其中,翟志刚为出舱航天员,刘伯明为轨道舱岗位航天员,景海鹏为返回舱岗位航天员。另外三名航天员为候补航天员。

### 3.4.3 确认阶段

从定选之后开始至发射前,对飞行乘组共实施了三次确认工作。

第一次确认:人-船-箭-地联合检查之后,从训练成绩、参加人-船-箭-地联合检查的情况、身体健康状况和精神状态等方面对飞行乘组进行了综合分析,确认的结果是飞行乘组成员不变。

第二次确认:对飞行乘组进行放行检查,确定是否达到了放行准则的要求。根据工程总体对飞行乘组的要求,结合航天员系统任务前放行工作,对飞行乘组的思想政治素质、身体、心理和训练等各方面情况进行了放行检查,确定其达到了放行准则的要求,准予放行。

第三次确认:2008年9月24日上午,在酒泉卫星发射中心,对飞行乘组进行了临射前的最终确认。飞行乘组航天员-14天、-7天和-3天的医学检查结果、训练考评结果、以及思想和心理状态分析结果表明:飞行乘组航天员精神饱满,情绪稳定,思想、心理及身体健康状态良好,未出现伤病,在本阶段各项训练、考核及演练中执行程序正确,操作准确、到位,表现出色。最终确认飞行乘组人员组成及岗位不变,即翟志刚、刘伯明、景海鹏为神七航天员乘组,翟志刚为指令长和出舱航天员。

## 4 神七任务的航天员训练

从2006年2月开始,在全面系统训练的基础上,航天员系统从实战出发,从难从严、安全高效地对神七任务航天员重点组织实施了出舱活动训练,并加强了体能训练、肌力训练、前庭功能训练及相关

心理训练等,为神七任务训练出了优秀的飞行乘组。

### 4.1 训练目标与原则

神七任务航天员训练目标是:通过全面、系统、科学、严格的训练,使航天员在思想上、身体上、心理上、知识储备和技能上具备执行神七飞行任务能力。训练方案设计与实施遵循了科学可行性原则、系统全面和重点突出相结合原则、针对性原则以及安全有效性等训练原则,以确保训练安全和训练效果。

### 4.2 训练项目与内容

神七任务航天员训练项目包括基础理论训练、体质训练、航天环境适应性训练、心理训练、救生与生存训练、飞船专业技术训练、飞行程序与任务模拟训练、出舱活动训练以及大型联合演练,每一类训练又含有若干不同的训练项目和科目,详见表1。其中,出舱活动训练和飞行程序与任务模拟训练等是本次任务训练的重点。

### 4.3 出舱活动训练

出舱活动训练是一项内容多、规模大、技术复杂程度和风险均很高的训练项目,包括出舱活动技术基础、出舱活动医学基础及出舱活动史概论等基础理论训练、潜水理论与技能训练、“飞天”和“海鹰”舱外航天服和气闸舱理论训练、出舱活动操作指南、正常出舱活动手册和出舱活动应急与故障处置手册学习、以及在出舱程序训练模拟器、模拟失重水槽和舱外航天服试验舱三大设备上进行的出舱活动操作技能训练、出舱活动程序训练和舱外有效载荷回收操作训练。既有正常操作和程序训练,也有故障与应急处置训练;既有常压训练,也有模拟真空的低压训练;既有重力环境中的训练,也有模拟失重环境下的训练。没有一个训练设备能覆盖所有的训练内容,每一个训练设备都有各自不同的重点训练科目和内容。但是,通过科学合理的统筹安排,最终能够达到出舱活动训练的目标,即通过训练,使航天员熟知舱外航天服和气闸舱的结构、布局、性能和工作原理;熟练掌握舱外航天服和气闸舱相关设备的操作技能,包括正常操作和故障的识别、判断与处理;熟练掌握正常出舱程序和应急故障处置程序,包括舱外服在轨组装、检查与训练段、出舱准备与过闸段、舱外活动段(舱外行走和作业)、返回过闸段、以及出舱返回后整理阶段的所有操作和程序。

表 1 神七任务航天员训练项目与内容

序号	类别	训练项目与内容
1	基础理论训练	空间法概要、计算机应用技术、载人航天知识讲座等
2	体质训练	一般体质训练(肌力训练、耐力训练、速度训练、柔韧性训练、灵活性训练等)、专项体质训练
3	心理训练	心理放松训练、心理表象训练、情绪调控能力训练、心理相容性训练、空间运动病防护性心理训练等
4	航天环境适应性训练	前庭功能训练、超重耐力适应性训练
5	救生与生存训练	救生知识学习、救生装备使用训练、丛林野外生存训练、逃逸滑道紧急撤离训练、陆上自主出舱训练、水上自主出舱训练
6	飞船专业技术训练	飞船理论学习、飞船舱内布局熟悉、仪表板操作训练、环控生保分系统操作训练、GNC 分系统操作训练、舱内航天服装备、医监设备和医保用品、飞行生活和工作用品等飞船产品理论与操作训练、空间实验技术训练
7	飞行程序与任务模拟训练	飞行手册学习、正常飞行程序训练、应急与故障处置程序训练
8	出舱活动训练	出舱活动基础理论训练、潜水训练、舱外航天服理论与操作技能训练、气闸舱理论与操作技能训练、出舱活动手册学习、出舱活动程序训练、故障处置训练、舱外有效载荷回收操作训练等
9	大型联合演练	人-船联合测试、人-船-地联合测试、人-船-箭-地联合检查、与地面指挥中心进行天地协同程序演练

#### 4.3.1 出舱程序训练模拟器训练

出舱程序训练模拟器,是一个实物、模拟件与计算机仿真相结合的系统,可以模拟舱外航天服和气闸舱相关设备在使用过程中的大部分状态,如“飞天”舱外航天服压力制度、服装和设备的物理界面、显示参数、操作特性、操作信息等,可以为航天员提供一个逼真的触觉、视觉和听觉环境,能进行正常状态的仿真和典型故障仿真,包括“飞天”舱外航天服、气闸舱相关设备和舱门检漏仪故障。为了能在地面常压下实施训练,对训练用的“飞天”舱外航天服进行了专门的改造,但其外观、操作界面、显示界面、报警方式和操作工效与实际飞行的“飞天”舱外航天服一致。航天员在此除进行“飞天”舱外航天服和气闸舱设备操作训练外,主要进行出舱准备与过闸段、返回过闸段等正常出舱程序(舱外活动段除外)训练和故障处置程序训练。重点安排两人模式训练,也适当安排了单人模拟训练。每次进行两人模式训练时,乘组三名航天员均要参加,分别在出舱岗位、轨道舱协助岗位和返回舱值守岗位协同配合进行训练,既有固定搭配和岗位的乘组训练,也有不同组合和岗位替换的乘组训练。

#### 4.3.2 模拟失重水槽训练

模拟失重水槽(也称中性浮力水槽),是航天员进行出舱活动训练必不可少的、非常重要的设施。我国的模拟失重水槽直径 23m,深 10m,可将 1:1 的飞

船气闸舱模型放置其中。当在水槽训练时,潜水员可通过调整航天员水槽训练服上配重铅块数量或位置(在水槽训练服的头盔、胸部、背部、袖部和腿部)进行配平,调整航天员的姿态,模拟失重环境的操作效应。因此,通过在水槽中的训练,可使航天员体验和熟练掌握在模拟失重状态下身体的运动与姿态控制以及出舱活动操作的特点、方法、技巧和技能等。

航天员在水槽训练的重点项目是:开/关舱门、出舱/进舱、舱外行走、舱外有效载荷回收操作训练、正常出舱程序训练。实施时,以单人训练为主,并适当安排两人协同配合训练。在水槽训练前,航天员先进行舱外航天服、出舱程序、潜水等相关理论和操作训练,已掌握了舱外服和气闸舱相关设备的操作、舱门开/关、潜水等操作方法及出舱程序。在实施水槽训练时,首先安排航天员着自携式潜水装具进行操作训练,之后才安排着水槽训练专用舱外航天服的训练。在水槽实施出舱活动训练,必须有专业潜水员的参与,以确保航天员的安全。

#### 4.3.3 舱外航天服试验舱训练

舱外航天服试验舱,既是舱外服研制试验的重要设备,也是航天员出舱活动训练的重要设备。它能模拟宇宙空间环境的真空,也能模拟飞船气闸舱的泄复压过程;配有能在真空环境下工作的舱内照明和通话系统、舱内摄像监视系统,低压训练舱外服、气闸舱相关设备、服装悬吊装置和训练支持设备等,

可容纳 2 名航天员穿着低压训练服训练。此外,试验舱还专门配置了紧急复压系统,当出现紧急情况时能快速将舱压升高至安全值,以确保航天员的安全。

航天员在舱内除进行舱外航天服和气闸舱设备操作训练外,主要进行常压和低压条件下的正常出舱程序训练和故障训练,包括“两俄”模式常压与低压训练、“一中一俄”模式常压与低压训练,以固定搭配乘组训练为主,并适当安排了不同组合的乘组训练。首先安排了“两俄”模式的训练,之后进行了“一中一俄”模式的训练。无论是“两俄”模式,还是“一中一俄”模式,均先进行常压训练,后安排相同科目与内容的低压训练。低压训练,设置了 53kPa 和 10Pa 两种工况。“两俄”模式 53kPa 低压训练为正常出舱程序训练,而“一中一俄”模式 53kPa 低压训练,既安排了正常出舱程序训练,也安排了故障处置训练。10Pa 低压训练,主要进行正常出舱程序训练,期间穿插进行了运动负荷体验和开/关水升华器和引射器等操作,并进行了部分故障体验。通过低压训练,一方面可考查和训练航天员对近似真空环境的适应能力和工作能力,突破心理障碍,在心理上做好执行出

舱活动任务的准备;另一方面也可使航天员体验或操作真实的泄复压过程、真实低压环境中的运动负荷、服装温度调控、水升华器和引射器工作。

#### 4.4 训练阶段划分与实施要点

神七任务航天员训练分共同训练阶段、任务训练阶段、强化训练阶段和任务准备阶段四个阶段实施,各阶段训练项目、内容、重点及训练负荷均有所不同,但体质训练、心理训练及航天环境适应性训练贯穿训练的全过程,训练实施安排见表 2。

##### 4.4.1 共同训练阶段

从 2006 年 2 月至初选结束,为共同训练阶段,全体航天员参加了训练内容包括:基础理论训练、体质训练、心理训练、航天环境适应性训练、救生与生存训练、飞船专业技术训练、部分正常飞行程序训练、典型故障处置程序训练、出舱活动基础理论训练、潜水训练、舱外航天服理论与操作技能训练、出舱活动训练设备理论讲解与现场实践、人-船联合测试专项训练以及参加人-船联合测试等。在全面考评的基础上,重点对出舱活动基础理论训练、舱外航天服理论与操作技能训练等进行了考评,并专门安排

表 2 训练阶段划分与实施安排

序号	阶段名称	训练主要项目	时间	训练方式	备注
1	共同训练阶段	出舱活动基础理论训练、潜水训练、舱外航天服理论与操作技能训练、人-船联合测试、基础理论训练、飞船专业技术训练、部分正常飞行程序训练、典型故障处置程序训练、救生与生存训练等	约 25 个月	单人+编组+集体	体质训练、心理训练和航天环境适应性训练贯穿训练全过程
2	任务训练阶段	出舱活动程序与操作技能训练(EVA 模拟器、模拟失重水槽)、人-船-地联合测试、舱外航天服强化训练、气闸舱理论与操作技能训练、出舱活动手册学习、飞船专业技术训练、飞行手册学习、正常飞行程序训练、部分应急与故障处置程序训练、救生与生存训练等	约 3 个月	按初步分组训练,组内不固定岗位	
3	强化训练阶段	出舱活动训练(EVA 模拟器训练、模拟失重训练水槽训练、舱外航天服试验舱训练、KM6 舱常压训练)、舱外航天服强化训练、气闸舱操作技能训练、出舱活动手册学习、飞船专业技术训练、飞行手册学习、应急与故障处置程序训练、人服匹配试验以及人-船-箭-地联合检查专项训练等	约 3 个月	按分组和岗位实施训练,以固定搭配和岗位乘组训练为主,并适当安排不同组合和岗位替换的乘组训练、单人模式训练、及候补航天员的训练	
4	任务准备阶段	人-船-箭-地联合检查、出舱活动手册和飞行手册学习、正常出舱活动程序复训(EVA 模拟器)、飞船乘员装船产品和空间实验操作复训、正常飞行程序复训、典型故障处置程序复训、狭小环境舱外航天服在轨组装与检查训练等	约 1 个月	飞行乘组训练	

了综合考试(口试+笔试),训练成绩的综评结果参与初选的综合评定。

#### 4.4.2 任务训练阶段

从初选结束至定选,为任务训练阶段,优选出的 6 名航天员按初步分组组织实施训练,除了共同训练内容外,还安排了出舱岗位、轨道舱协助岗位和返回舱值守岗位的出舱活动训练。训练项目包括:体质训练、心理训练、航天环境适应性训练、救生与生存训练、飞船专业技术训练、飞行手册学习、正常飞行程序训练、部分应急与故障处置程序训练、潜水训练、舱外航天服强化训练、气闸舱理论与操作技能训练、出舱活动手册学习、出舱程序训练(EVA 模拟器)、出舱活动操作技能训练(模拟失重水槽)、人-船-地联试专项训练和参加人-船-地联合测试等。在全面考评的基础上,重点对 6 名航天员在 EVA 模拟器和模拟失重水槽进行的出舱活动训练进行考评,并专门安排了综合考试(笔试),训练成绩的综评结果参与定选的综合评定,作为飞行乘组定选的重要依据。

#### 4.4.3 强化训练阶段

从定选结束至射前 28 天飞行乘组第一次进场前,为强化训练阶段,重点对飞行乘组 3 名航天员进行出舱活动训练,以固定搭配和岗位乘组训练为主,并适当安排不同组合和岗位替换的乘组训练、单人出舱训练、及候补航天员的训练。训练项目包括:体质训练、心理训练、航天环境适应性训练、救生与生存训练、飞船专业技术训练、飞行手册学习、部分应急与故障处置程序训练、舱外航天服强化训练、气闸舱操作技能训练、出舱活动手册学习、出舱程序与操作技能训练(EVA 模拟器训练、模拟失重训练水槽训练、舱外航天服试验舱训练、KM6 舱常压训练)、人服匹配试验以及人-船-箭-地联合检查专项训练等。飞行乘组 3 名航天员和候补航天员均按要求完成了本阶段各自的训练和试验任务,成绩为优秀。

#### 4.4.4 任务准备阶段

2008 年 8 月底至发射前,为任务准备阶段。在此阶段,飞行乘组 3 名航天员重点是参加人-船-箭-地联合检查及为任务做准备,并有针对性地进行飞行程序、出舱活动程序与操作及部分装船产品等操作复训,使航天员进一步熟练和保持操作技能。训练项

目包括:体质训练、心理训练、前庭功能训练、飞船乘员装船产品操作复训、空间实验操作复训、飞行手册学习、正常飞行程序复训、出舱活动手册学习、正常出舱活动程序复训(EVA 模拟器)、典型故障处置程序复训(固定基飞行训练模拟器、EVA 模拟器)、狭小环境舱外航天服在轨组装与检查训练、人-船-箭-地联合检查等。飞行乘组 3 名航天员均圆满完成了人-船-箭-地联合检查的参试及其他各项训练任务和飞行任务准备工作。

## 5 结束语

作为载人航天工程不可或缺的重要组成部分,我国航天员选拔训练事业经历了创业起步到逐步成熟的发展阶段。在神五和神六任务航天员选拔训练的基础上,针对神七出舱活动任务的特点,根据工程总体的要求,航天员系统调整和改进了选拔训练的策略、项目、内容、方法与标准,研究制定了科学可行的选拔方案,建立了出舱活动飞行乘组选拔技术体系;开展了大量的研究、试验和教员试训工作,研究制定了合理可行的航天员出舱活动训练大纲和训练方案等训练文档,探索建立了科学有效的航天员出舱活动训练方法、考评方法和标准、组织实施模式与程序、故障预案与安全对策、合理的组织机构与岗位设置;研制了航天员出舱活动训练设备,掌握了出舱活动训练技术。在全面系统训练基础上,对航天员重点进行了出舱活动训练,使航天员熟练掌握出舱活动的知识和技能,为神七任务选拔训练出了优秀的飞行乘组,为任务的圆满成功起到了至关重要的作用。我国航天员选拔训练的成果在神舟七号载人飞行中及飞行前的各种大型联合演练中多次得到了检验,神七飞行乘组航天员们的出色表现表明我国航天员选拔训练技术已日趋成熟。我国建立的航天员选拔训练体系及具有中国特色的航天员选拔训练技术,为后续任务奠定了坚实的基础,可为我国载人航天事业后续任务选拔训练出更多高素质的航天员。◇

## 参 考 文 献

- [1]黄伟芬.航天员选拔与训练.北京:国防工业出版社,2006
- [2]黄伟芬.中国航天员选拔训练回顾与展望,航天医学与医学工程,2008,21(3):175~181