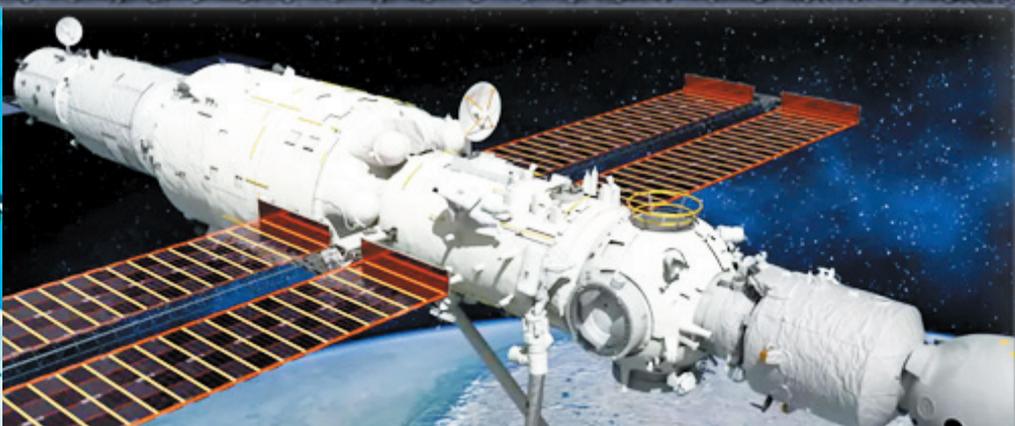




赵阳(右)辅助航天员进行水下训练。



航天员太空出舱模拟图

# 太空出舱幕后故事

天上做的每一个动作  
都有地上的模拟训练

7月4日,在中国空间站天和核心舱内外,神舟十二号航天员聂海胜、刘伯明和汤洪波携手打赢了一场约7个小时的太空出舱配合战。

这是继2008年神舟七号载人飞行任务后,中国航天员再次实施的太空出舱活动,也是我国空间站阶段航天员首次出舱活动。

太空出舱在“天宫”上演期间,中国航天员中心的航天员教员赵阳实时盯着屏幕上的出舱画面,为地面作后续任务的航天员同步解读出舱程序。为了这次出舱活动,他曾和航天员一起在水下训练4个月,忙起来一天只睡4小时。

出舱任务成功的消息让他长舒一口气。他想起航天员常说的那句话:“纵然脚下没有土地,但我依然能够坚定地迈出每一步;纵然飞行没有翅膀,但我依然能够勇敢地张开双手。”而在航天员出征宇宙的道路上,他们这些航天员教员始终在身边。

2008年9月27日,神舟七号航天员翟志刚完成出舱太空行走,成功返回轨道舱,标志着我国历史上第一次太空行走成功完成,更标志着中国成为继美苏之后,第三个独立掌握空间出舱技术的国家。

而从今年开始,我国将有更多的航天员漫步太空。7月4日,刘伯明和汤洪波的出舱活动,就是一个开始。

与神舟七号突破出舱技术相比,此次空间站任务,航天员出舱时间将由半小时提升到6小时以上:空间站舱外建造和舱外设备安装、维护、维修、更换和试验样品回收等,都需要出舱活动。

2006年,赵阳就被任命为航天员出舱活动主教员,参与完成了神舟七号任务出舱活动训练。从2017年开始,他承担起航天员空间站出舱活动模拟训练的任务。

他告诉记者,天上做的每一个动作,地上的模拟训练就必须反复练,直到形成身体的肌肉记忆。在航天员出征前,赵阳经常和他们一起泡在水槽里,每天要按照出舱活动6小时的标准,开展作业技能训练。

赵阳介绍,为了全面模拟太空的种种特殊环境因素,光模拟训练就分解为出舱活动模拟器、水槽、低压舱等多个训练现场。

这些现场中,航天员将处于悬吊、低压和水下等特殊环境,不确定因素多,危险系数大。因此,航天员顾虑的,教员必须先想到;航天员做到的,教员必须先做到。

出舱期间  
需要应急返回怎么办

航天员在出舱活动期间,需要应急返回怎么办?

在7月4日的出舱活动中,就有一场应急返回演练,主角是汤洪波。在这项工作中,汤洪波要徒手爬到空间站天和核心舱最远处。接到撤离指令后,他第一时间折回,以最快速度返回舱口,并直接进入节点舱。

中国航天科技集团五院空

间站系统总体副主任设计师汤溢说,舱外活动非常考验航天员的臂力,人在失重环境下很难控制自己,轻轻移动就出去了,可要想停下来就得花很大力气。

事实上,这种应急返回场景,航天员在地面时就曾多次在水中演练,为的就是必要时刻为自己赢得一线生机。

赵阳说,训练,就要将各种可能的情况都得训练到。

“为了确保训练设计能够满足要求,立足最极端的情况——航天员在空间站最远端的工作点,而机械臂万一出现故障,不能转运航天员返回,航天员只能自主应急返回。”赵阳说。

回舱的路拐来拐去,并不顺畅。

直线路径约10多米的距离,航天员必须依靠安全系绳,借助舱壁上的固定扶手,绕开太阳翼支座等多个大障碍物,在多次调整身体姿态后才能安全、快速地返回。

在水深10米、直径23米的巨大水槽中,空间站水下训练模型如同一个庞然大物,静静卧在水底。这就是模拟出舱训练的主要现场。要突破地面的条件限制,尽可能模拟外太空环境。赵阳严格设计训练场景,分解到每个动作,帮助航天员迅速、安全地找到返回的路。

每次训练,他与航天员一起,将应急返回的时间一分一秒地缩短。

前期,赵阳穿着水下服一口气在水下练了5小时58分。虽是模拟太空出舱,但由于并非处于失重环境,水的阻力很大,举手投足十分费劲,几个小时下来,浑身酸痛。

经过多次反复训练,赵阳总结出了训练的重难点,找到了最佳操作角度。以机械臂状态设置为例,他花了两个半小时找到了最佳坐标值,正式训练时,按照坐标值,两分钟就可以设置好。训练涉及的数百类上千个产品,大到舱外服的训练次数,小到一个个电极的型号数量,他都了然于胸。

航天员选拔与训练研究室副主任范继荣说:“别看他训练时主要在水下,其实他才是整场水下训练的幕后导演。”航天员说:“有他在,我们安心。”

47道工序打造太空面窗

载人航天,人命关天,而出舱活动中,最关乎安全的,非舱外服莫属。

有人说,这120公斤重的舱外服,就是航天员执行出舱活动的铠甲。它像一个人形飞船,充上一定的压力后,保护航天员的生命安全,抵御外太空的高低温、真空、强辐射等环境因素。

舱外服上的头盔面窗,则是航天员进行出舱活动时观察外界的窗口。

在7月4日的出舱任务中,刘伯明通过面窗看到太空景象,感叹道:“哇,这外面太漂亮了!”

“没有看到满天繁星吗?”之后,聂海胜又忍不住问。

赵阳告诉记者,头盔面窗有多层,最里层名为双层压力面窗,它是整个头盔的承压密封结构,呈曲面型,直接关系到航天员的生命安全。要做到绝对安全可靠,且不说它的承压材料要经过多少轮的选择、测试,光密封加缝合就耗时两个月,一共完成47道工序,涉及的工艺规程文件摞起来约10厘米厚。

这些工序包括除尘、粘胶、缝合、密封等,听起来简单,但流程相当复杂、严格、细致。就拿面窗除尘来说,要先吹洗,再不间断擦拭两小时左右,直到肉眼看不到一丝灰尘。

中国航天员中心研装部副部长邓小伟介绍,粘胶要分多轮逐步进行,每次粘胶完,都要将其放到恒温恒湿箱里进行胶固化,再进行气密性测试以及低温露点测试,可视区还要进行充分的氮气置换,防止夹层中残留的水汽在低温情况下起雾影响视线。

这一套严密的工序,是邓小伟带着车间工人花了近一年的时间研制摸索,做了10多套样品后确定的工艺标准。空间站任务中新型舱外服、新型面窗,一切都在摸索中前进。

一次,在对可视区夹层进行氮气吹除时,有两粒胶的碎末,进入密封的面窗夹层。这两个碎末也就沙粒大小,吸附在面窗夹层下沿,理论上对视觉没什么大的影响,却成了技师的“眼中钉”“心头刺”。他们尝试了各种办法,最终只能将碎末扫除到边

缘区域,就是无法吸出。

邓小伟说,为了做出完美的面窗,他们从生产流程入手,改变生产工序,采用先预埋空心针再进行内外层面窗粘合的方法,彻底解决了密封胶穿刺产生多余物的这个问题。

一个面窗尚且如此精益求精,一套由100余个单机产品组成的舱外服,其复杂程度可见一斑。

奋战6年研发太空跑步机

保障航天员在轨健康的医监医保设备同样重要。比如,在空间站任务中首次亮相的太空跑台。

很多人还记得在神舟十一号飞行任务中,景海鹏和陈冬太空跑步的情形。当时,他们做的就是跑台束缚系统技术验证。景海鹏和陈冬穿上束缚装置,在简易跑步装置上试验了多次以后,终于轻松自如地跑起来。

研究表明,航天员在太空失重环境中容易产生心肺功能减弱、血量减少、下肢肌肉萎缩、骨流失等问题,长期下去会影响航天员的健康和在轨工作能力。太空跑台就是针对这些不利影响而采取的一项防护手段。在神舟十二号任务中,航天员每天运动时间一般不少于两小时。

对于中国航天员中心健康保障工程室的跑台设计团队,横亘在他们面前的“拦路虎”就是隔振设计。

跑台设计人员余新明说,由于跑步时,人体足底需要承受3到6倍自身体重的冲击力,会对空间站产生严重的影响。他们研究后发现,采用隔振设计,将冲击力降到30公斤以内,既保持跑台自身的相对稳定性,又不影响空间站上其他设备的运行。

没有任何经验借鉴,太空跑台设备研制整整用了6年,这其中隔振设计从理论研制到工程实现就跨时4年。

他们又碰到下一个“拦路虎”:跑台使用时产生轻微噪声,不符合空间站噪声标准。最终,他们采用愚公移山的笨方法,把1000来个零配件逐一进行审查、完善装配工艺。在所有的零配件工艺都优化了一遍后,噪音数值终于达标。据《中国青年报》