解放军报 | 特刊

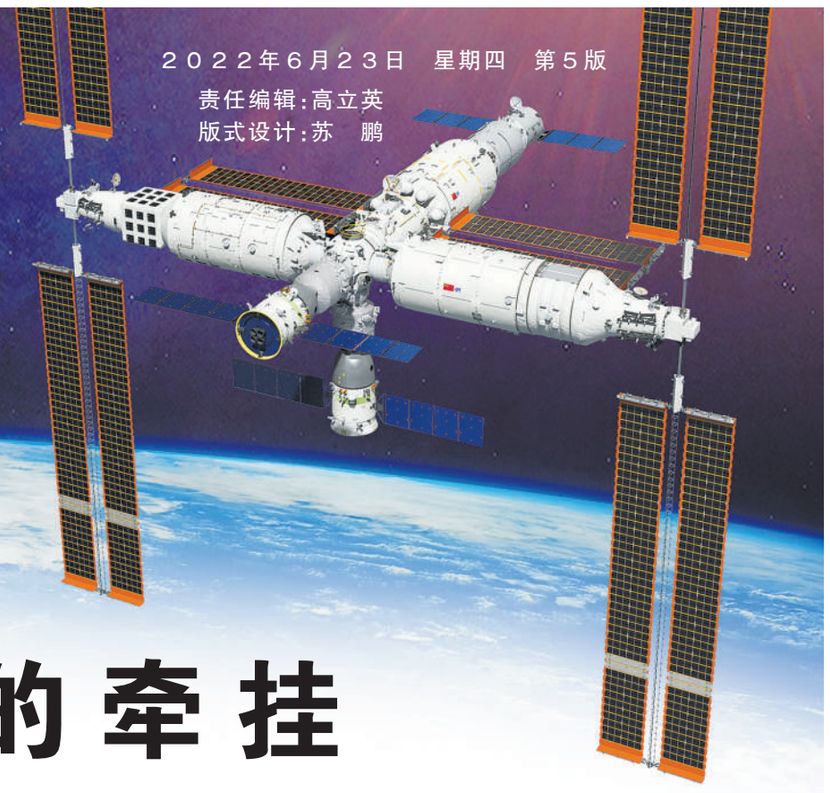
中国空间站

2022年6月23日 星期四 第5版

责任编辑：高立英

版式设计：苏 鹏

中国载人航天2022



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。

我知道，前方是浩渺的太空，而身后是你们！在征服宇宙的道路上，我们始终在一起。

——中国航天员

遥远的太空，亲近的牵挂

■占 康 本报记者 高立英 王凌硕

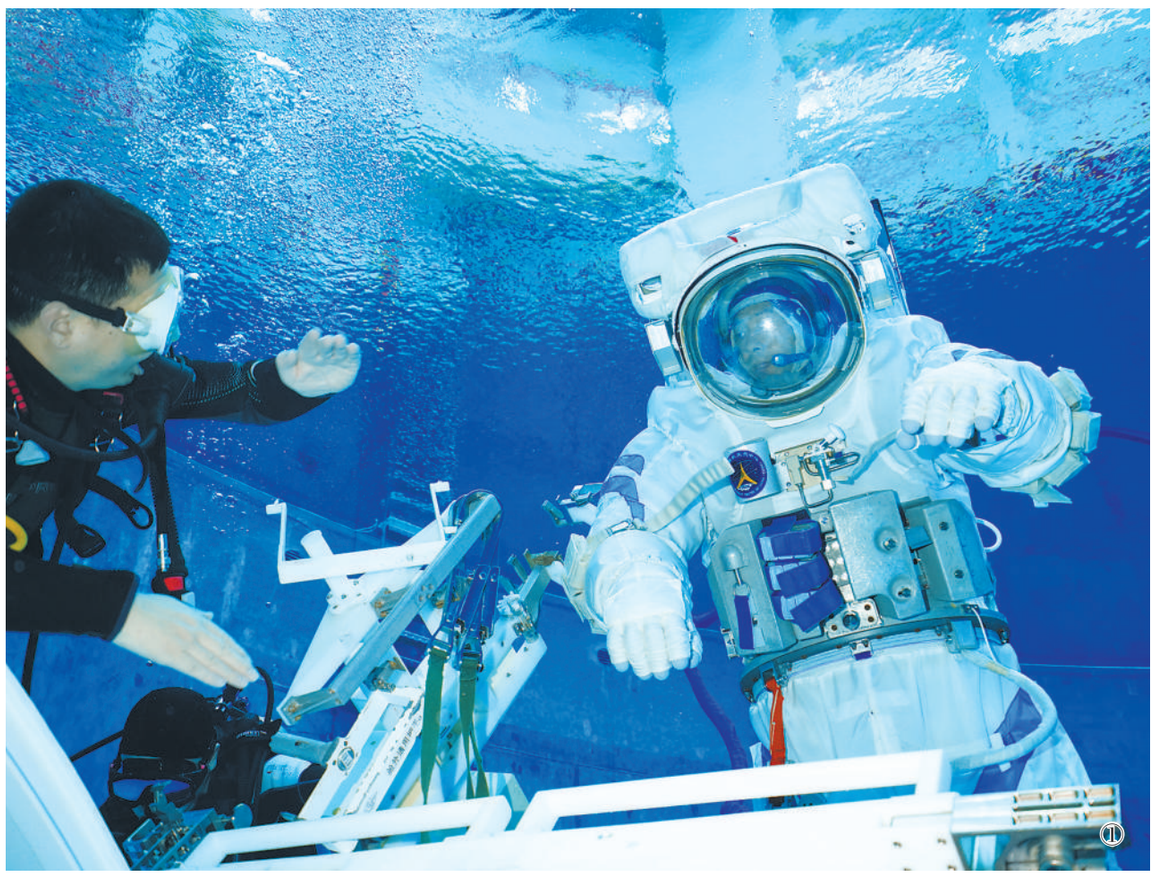
当航天员陈冬在中国空间站呼吸着新鲜的空气，饮用着循环水；当航天员刘洋在“太空厨房”喝着自制美味酸奶，吃上口味丰富的饭菜；当航天员蔡旭哲在中国空间站自如地跑步，在“包间”安心入睡……有一群人，时刻关注着航天员在天上的一举一动。

他们，是离航天员最近的人——中国航天员科研训练中心的工作人员。航天员在太空顺利度过的每一天，都离不开他们在地面24小时的精心守护。

作为“中国航天员成长的摇篮”，在载人航天工程中，中国航天员科研训练中心主要肩负着“培养人、保障人、研究人”的职能使命。

这群在航天员身后默默奉献的航天科研人员，不断挑战一个个技术难关，攀登一座座科技高峰，用心血和智慧为飞天英雄们搭就一架通往太空的坚实天梯。

以平凡造就非凡，以无名成就有名。今天，我们一同走近该中心的科研人员，探寻飞天幕后的故事。



图①：2022年3月，航天员蔡旭哲（右）与航天员教员赵阳（左）备战空间站任务，开展水下训练。 孔方舟摄

图②：神舟十四号航天员乘组顺利入驻天和核心舱，航天员科研训练中心地面支持团队热烈鼓掌。 孙 伟摄

独家原创 第一视角

34号军事室

关键词 敢为人先

有些事，必须有人先去做，哪怕艰险无比

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。

这是该中心模拟出舱训练的主要场地。航天员教员赵阳与航天员一起开展水下训练，已很长时间。一旦忙起来，赵阳一天只睡4个小时、吃一顿饭。教员的任务是分解每个动作，细化每个姿态，帮助航天员迅速、安全地找到返回的路。

加入航天员大队后，航天员要经过8大类上百门科目的学习和训练。其中，训练工作主要由航天员选拔训练室的教员们组织实施。

“甘为人梯，敢为人先。”这是航天员选拔训练室的室训，也是每一名航天员教员的座右铭。超重耐力训练、低压训练、模拟失重训练、野外生存训练……凡是涉及生理极限、有危险隐患的训练，教员都是第一个“吃螃蟹”的人。

自中国载人航天工程启动以来，13次返回舱均按计划降落在预定区域。不过，世界航天史上也多次出现返回舱“不听话”的事。

1965年3月18日，苏联一艘载人飞船返回降落时，因故障应急降落到乌拉尔山的桦树林里。两名航天员只能一边在雪地里写上求救信号，一边用随身携带的应急手枪抵御野狼和熊，并生火御寒。最终，训练有素的航天员靠生存技能摆脱了困境。

无论中国航天员降落在哪里，都必须能够应对不同环境的挑战。要做到这一点，恶劣条件下的野外生存和应急救生训练必不可少。

热带丛林中，冒着被野象踩踏和毒蛇毒虫咬伤的危险，教员团队艰难勘察选址，遭遇过竹叶青蛇，被蚂蟥咬伤过……最终，历经8天，他们从3处备选地中确定了训练点。

巴丹吉林沙漠，昼夜温差高达39摄氏度，教员团队在此开展48小时预训练。夜晚，大家挤在沙漠掩体里，即使用火烤着，后背还是冰凉。就这样，他们验证了航天员沙漠生存训练课目设计的合理性和可行性。

有些事，必须有人先去做，哪怕艰险无比。

2008年9月27日，航天员翟志刚穿着我国自主研制的“飞天”舱外服完成首次出舱活动任务，标志着我国成为第三个独立掌握出舱活动技术的国家。

这100多公斤重的舱外服，是航天员执行出舱活动的铠甲。它相当于一个人形飞船，充上一定的压力后，可以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。

舱外服经过严格测试合格后，航天员穿上它之前，还有最后一项关键试验——需要志愿者穿着全新舱外服，进入模拟在轨真空环境的低压舱，进行载人试验。

这项试验异常危险。当舱内泄压到近乎真空状态，一旦舱外航天服出现任何细微的故障，将直接威胁到参试志愿者的生命安全。

谁敢冒着生命危险上？虽然舱外服从初样到正样，经历过层层测试，确保万无一失。但是，天底下哪有百分之百的事呢？

2020年9月，舱外服载人低压试验再次启动。此时，距首次试验已经过去12年。

当天晚上21时58分，试验大厅内灯火通明。历经17小时，志愿者王浩和岳跃庆在舱外服试验舱中，经历出舱活动任务中实际泄复压过程，顺利执行完出舱活动程序。

迎着在场人员热烈的掌声，王浩和岳跃庆成功出舱，所有人一直悬着的心终于放下来。

志愿者王浩和岳跃庆是从踊跃报名的12人中挑选出来的。王浩，曾先后参加过5次舱外服加压寿命试验、20多次在悬吊状况下的机械臂或舱外装备维修验证试验、2次离心机超重负载试验等，每一次试验都意味着巨大的挑战。

新一代“飞天”舱外服是岳跃庆带领团队进行总装装配的，他也亲身参与了系列航天服的测试。对他来说，舱外服像自己一手抚养长大的孩子一样。

一次次试验，一次次改进……每一次试验都面临着风险考验。对此，家人很是不解：“做航天服，好好当个裁缝就行了，干吗这么折腾自己？”

“因为我这个裁缝不一样，关系着航天员的安危，关系着载人航天任务成败。”为了航天服的最佳舒适度与安全性，岳跃庆总是义无反顾地投入到下一次试验中。

“祖国高于一切，生命高于一切。”这句话，深深烙印在他们心里。迄今，由该中心组织的2次载人低压试验均圆满成功。

关键词 自主创新

十年磨一剑，实现“从无到有”到“从有到优”的跨越

建成中国空间站，是我国从“航天大国”迈向“航天强国”的重要标志，更是该中心几代人的梦想。自空间站工程实施以来，为满足任务需要，该中心科研人员承担了许多开创性任务，既无模式可循，更无经验可鉴。

作为世界第三大航天员中心，自诞生之日起，该中心科研人员就在国外技术封锁、国内没有经验的情况下，艰难探索前进。

星光不负赶路人，岁月不负有心人。

1992年，随着中国载人航天工程的启动，该中心迎来了大机遇大发展。科研人员集智攻关，团结奋斗，至今先后圆满完成5艘无人飞船、8艘载人飞船、天宫一号目标飞行器和天宫二号空间实验室、天和核心舱、4艘货运飞船的发射和在轨运行任务。目前已有14名航天员、23人次征战太空，实现了中华民族的飞天梦想。

眼下，载人航天工程进入空间站建设阶段。面对一道道难关，他们接续奋斗，啃下一个个硬骨头。

该中心环境控制与生命保障（以下简称环控生保）室，负责为航天员在太空撑起一把生命的“保护伞”。他们在太空舱内创造出基本生活条件和适宜工作环境，保证舱内有适合人生存的气压、风速、空气质量和水等。

神舟十二号太空飞行任务之前，航天员在太空生存所需的氧气和水都要从地面携带。在空间站任务中，航天员在轨时长超过3个月，从地球运送物资代价高昂。环控生保技术必须在舱内实现氧气和水循环使用，这是空间站在轨长期运行的关键技术。

在一个密闭狭小的空间站舱内，制造一个类似地球环境的可循环生命保障系统且长时间稳定运行，难度可想而知。

2011年，一支平均年龄不到35岁的科研团队，受领这一任务。从论证到初样研制再到正样，他们一路摸着石头过河，查资料、请专家、做调研，不断试验，在出现问题和解决问题中往复循环、螺旋发展。

将尿经过提纯后，变成可饮用的水，在常人听来似乎不可思议。10多年前，这已经成为该中心环控生保再生子系统尿处理团队研究的方向。

科研人员遇到的最大难题就是如何一边蒸馏一边进行水气分离。国际空间站设计的是双旋转蒸馏装置，技术相对成熟，但是较为笨重。该团队另辟蹊径，开拓性提出研制重量减半、体积减小、可靠性更好的单旋转蒸馏装置。

当时，国内找不到能承接该产品的协作单位，他们只能自己干。经过一遍遍修改设计，问题最终迎刃而解。

挑战接踵而来。一般轴承都在有润滑油的环境中工作，但该旋转轴承要在无油、强酸的介质中工作。当时，市面上没有一种轴承满足这种条件。国际空间站上的尿处理装置，同样面临这一问题。

针对这一世界难题，研究团队联合国内顶尖轴承技术研究所，选取多种材料和不同的结构方案，反复实验对比，找到了最优材料和结构，将轴承寿命提升到数千小时。最终，经过团队成员近4000个日日夜夜的刻苦攻关后，性能良好的尿处理装置成功面世。

同样面临微重力条件下水气分离问题的，还有电解制氧团队。经过反复调研试验，团队研制出某种膜材料，可材料的重量和寿命仍不符合相关指标要求。他们集思广益，跑遍大江南北，走访请教业内资深专家，创新性设计出新型膜结构。随后，他们又用9年时间，将这种膜的寿命提升了10倍，重量下降到原来的1/4。

十年磨一剑。经过关键技术攻关和工程化研制，再生生保团队攻克多项关键技术和技术难点，完成再生生保装置的工程研制。

目前，该中心实现诸多“从无到有”到“从有到优”的跨越——

空间站舱外服的功能性、舒适性不断改进优化，能够满足多次出舱使用，每次出舱时间能长达数小时；飞行手册首次应用交互式电子信息技术，有效提升航天员在轨工作和地面飞控支持效率；航天食品达到120余种，突出个体化设计，为航天员长期飞行提供更好保障；空间站系统配置“太空跑台”等在轨锻炼装备，为航天员提供丰富的锻炼方式；研制出先进的航天医学实验平台，将更加系统深入地探索人类重大医学和健康问题……

关键词 精益求精

成功是差一点点失败，失败是差一点点成功

2秒有多长？不过是秒针滴答2下，而对中心科研团队来说，2秒可能就是个重大事故。

“每起严重事故背后，必然有29起轻微事故、300起未遂征兆和1000个隐患。”在该中心某训练现场，整整一个墙面上用醒目的黑体字书写了这个名为“海恩法则”的科学规律。

这，既是对所有工作人员的警示，更是科研人员熟知熟记的质量箴言。

“成功是差一点点失败，失败是差一点点成功。”多年来，该中心参研参试人员始终遵循科学规律，精益求精，确保每次任务万无一失。

某飞行器发射前夕，环控生保系统做最后的系统测试。工作人员发现，一个泄压阀关闭过程比以前长了2秒，电流值也有10毫安的小小抬升。这些微小的变化，不仔细观察很难察觉到。

在太空，万一阀门关不上，密封舱就与外太空的真空环境相连通，直接影响航天员的生命安全。此时，任务已进入倒计时状态。他们承受着巨大压力，将产品从飞行器上取下来。

留给他们排除故障的时间只有48小时。环控分系统迅速成立设计复核组、归零报告编写组、故障复现试验组、异常数据整理分析组、历史数据复查组。各小组分头行动，高效有序开展工作。

36小时后，产品如期送回。经排查，这个产品的内腔中有一个100微米的金属丝多余物，使阀门运动不畅导致卡滞。如果放过这个疑点，让产品上天，后果不堪设想。

除了自主研发的产品，该中心还与近百家协作单位一起合作生产。这种情况下，精益求精的质量意识显得更加重要。

那年，一次产品验收会上，检验和设计师发现，某装置产品内部有一处1厘米左右的细微裂纹。协作单位解释说，是产品表面的油漆出现裂纹，不影响产品功能和性能。

面对看似“合理”的解释，设计师却没有轻易放过。果不其然，去除表面油漆后，他们发现产品内部结构也出现裂纹。后来查明，是运输过程中一次不起眼的小意外，产品受到冲击所致。

“质量高于一切。”严慎细实、精益求精的基因，早已融入该中心全体人员的血脉——

航天工效既是航天员的“代言人”，也是航天器的“质检员”。空间站任务，涉及舱段多、界面类型杂、研制周期长、接口单位广，他们坚守底线，找相关人员一次次沟通，积极推进问题解决。

舱内评价团队，策划实施了舱内系统间评价试验。这个试验为期近2年，有近百名志愿者参加，分布在多个城市多个现场，解决了数百个工效问题。

机械臂是在中国空间站上首次应用的重大创新。机械臂评价团队，识别解决上百项设计问题，通过工效评价，填补了工程设计多方面的空白……

关键词 心无旁骛

当个人理想与国家需求“交会对接”时，所有的苦都变成了乐

2020年初，新冠肺炎疫情打乱了人们的生活。工厂停工，商店关门，但该中心科研人员奋战的步伐没有停歇。为了不影响任务，中心所有科研人员在办公区封闭办公近两个月。

航天员医学监督与医学保障（以下简称医监医保）室中药组组长刘军莲，脸上常洋溢着热情的笑容，对同事有求必应。可是，一提到家人，她的表情立马黯淡下来。孩子看到妈妈回家，就一个劲儿地催：“妈妈，你赶紧把衣服换下来！这样你就不会再去加班了。”

在刘军莲的日记里，有这样一段话：“任务在即，有多少奔波在路上的脚步，身后就有多少期盼的双眼；有多少会场上的激烈争辩，就有多少回家后的缄口不言。都说儿女情长，舐犊情深，任务里的航天人，把这些柔情都暂时放在心的最里面，把最深沉最真挚的爱全部献给了航天……”

医监医保室微生物研究与检疫组组长王珩，脚踝严重扭伤，拄着双杖坚持上班；航天员乘组医生仲崇发，放弃了回家见父亲最后一面的机会，把遗憾藏在心底；航天员总体室副主任翟志宏，劳累过度晕倒在办公室，输完液又回去加班；航天员系统副总设计师吴大蔚，随身带着速效救心丸……

无论外面的世界有多么喧闹，该中心科研人员守在航天城一角，心无旁骛，一心一意搞科研。

虚拟现实训练器负责人陈学文带领团队，开发了一套出舱活动模拟程序。只要戴上VR眼镜，立马仿佛置身空间站，操作助力手柄，开舱门，出舱……站在舱外，瞭望缓缓转动的美丽地球，体验者说：“仿佛到了真的太空一样！”

其实，研制这套程序的研究人员，谁也没有上过太空。他们花了整整2年时间走访各试验现场，建立三维虚拟模型，开发软件。陈学文说：“有幸生在这个时代，赶上这项任务，参与开发这么有意义的重大项目。人的一生，有这么一次机会，值！”

历次载人航天飞行任务中，人们在电视机前总能听到这样的声音：“航天员，我是医监医生，你现在感觉怎样？”这个声音的主人，就是中国航天员健康中心主任李勇枝。

1996年，李勇枝博士研究生毕业。她了解到，我国已经开始着手选拔预备航天员。一直从事中医药研究的她，敏锐地意识到，航天员医监医保工作必将成为传统医学一个崭新的研究和应用领域。于是，她放弃更加优越的生活和科研条件，成为航天医学领域一名普通科研人员。

医监医保医生被称为航天员的“生命守护神”。任务前训练，航天员昼夜节律被打乱，容易出现头疼、晕眩、食欲减退等病症。对此，传统中医中药正好派上用场。白天上班，李勇枝紧张地处理业务工作，组织科研攻关；下班之后，她还要接待求诊的患者，有时直到晚上八九点才吃上饭。

不知多少个日夜，李勇枝忙完已是凌晨。当年的同学曾经好奇地问她：“你这样忘我加班，薪酬一定很高吧？”她淡淡一笑：“没有加班费，都是我自愿的。”

“祖国的载人航天事业让我骄傲，我想在这里实现自己的价值。”焦飞飞是电解制氧团队里的年轻人。6年前，他从英国某高等学府博士毕业，怀着对载人航天的热爱，慕名来到中心工作。

天和核心舱成功发射后，再生生保子系统进行首次在轨测试。那时，焦飞飞刚做完一个小手术，就返回岗位。值班席上，他脸色苍白，仍一直坚守……

是什么让他们保持这样一种热情和淡定？答案浓缩为一个字——爱，对祖国的爱、对载人航天事业的爱。

航天员系统总设计师黄伟芬说：“当个人理想与国家需求‘交会对接’时，个人的潜能就会被极大地激发，所有的苦都变成了乐。”