

向建成科技强国目标坚定迈进

科技访谈录·载人航天

团结奋斗 铺就飞天坦途

——对话中国航天员科研训练中心专家李英斌

■本报特约记者 占 康 记者 贺逸舒

空间站再生式环控生保系统连续5年稳定运行

记者:前不久,神舟二十三号乘组进驻空间站。空间站环控生保系统为航天员提供了健康舒适的工作和生活环境。自空间站任务启动以来,环控生保系统都取得了哪些成果和突破?

李英斌:核心舱发射的时候,我是中心试验队责任总师。站在指控大厅,我心是悬着的,手里也捏着一把汗。那时候我一直想,这么复杂的系统能不能稳定运行啊?

从2021年4月29日核心舱发射到今年5月25日神舟二十三号乘组进驻空间站,转眼5年时间过去了。在我们地面团队支持下,作为空间站环控生保子系统的再生式环控生保系统一直稳定运行,从未停机。统计下来,我们实现了舱内氧气100%再生供应,冷凝水、生活废水、尿液全部回收净化,收集的二氧化碳也还原生成水,水闭合度达到96%以上。无论是系统可靠性还是主要技术指标,我们都实现了对国际空间站的赶超。我认为核心突破集中在四个方面:

一是完成从补给式到再生式的根本性技术转型。我们创建了中国空间站再生式生命保障系统技术体系,建立了物质流匹配、多系统协同的装备架构,解决了系统间耦合运行与动态适配、多来源废水分级处理、舱内大气联合净化等难题,实现了整体技术换代升级。整套系统每年可减少6吨以上物资上行,支撑航天员连续在轨驻留。

二是实现多舱段综合环境的可靠精准控制,压力控制、呼吸安全、环境舒适均比前期有较大改善,更保证了历次对接、出舱、载荷试验等方面面的需求。整套设备软硬件自主可控,系统性能好,即便局部出现故障,备份单元也可无缝切换,保证了环境控制在轨运行零重大安全问题。

三是打造适配微重力环境的天地一体化智能运维体系。我们历时多年攻克了水气分离、粉尘捕获、真空蒸馏、梯次净化等大量技术难点,获取了多相流体在微重力下的实际行为规律;同步在地面构建了环境负荷模型和微重力模拟验证平台,解决了天地差异等效验证的技术难题,实现了各装备在轨一次全部成功启用;通过系统自主故障诊断算法,结合航天员在轨维护,天地联动,共同确保系统高可靠性。

四是构建多场景兼容、模块化通用技术体系。环控生保功能在天和、问天、梦天三舱以及来访飞行器合理分布,有机结合,提高了空间站整体冗余保障。技术途径和产品一体化统筹,实现整站优化,也为我们后续开展大型载人航天任务的系统设计打下技术基础。

从行业价值来看,这套系统不只是服务太空任务,也会带动极端、密闭等特殊环境控制系统的系统设计,以及国内特种净化、精密流体、新材料新工艺等技术升级。

每一次任务都离不开体系化科技创新

记者:环控生保系统涉及水、气、废物处理等众多子系统的精密协同。在您看来,要实现这样一个庞大复杂系统的体系化科技创新,面临着什么样的挑战?

李英斌:在航天领域,每一次任务都离不开体系化科技创新。环控生保系统包括供气调压、通风净化、温湿度控制等环境控制子系统以及多个再生生命保障子系统,涉及学科专业很多,系统性很强,是一个典型的工程型号任务。从事这么大大一个系统的研制,面临的挑战是多方面的。

在7月8日召开的国家科学技术奖励大会、两院院士大会、中国科协第十一次全国代表大会上,习主席强调,增强科技创新体系化攻关能力。

作为系统最复杂、科技最密集、创新最活跃的科技工程之一,航天工程是当之无愧的国家科技成果“集大成者”。从“嫦娥问月”到“天问探火”,从“神舟飞天”到“天宫筑梦”,我国在航天领域的重大突破,依靠的正是国家战略科技力量主导的体系化攻关能力。

那么,载人航天是如何从宏伟蓝图变为国家名片,成为彰显综合国力、驱动前沿科技突破的“战略支柱”?面对浩瀚宇宙这片充满未知与挑战的“深空探索新边疆”,我们又该如何凝聚新型举国体制优势,实现关键技术从“跟跑”“并跑”到“领跑”的跨越?

本期,我们对话中国航天员科研训练中心专家李英斌,跟随他的讲述,一同解码太空生命保障系统背后的中国智慧与攻坚之路。

我们的太空·新知课堂

5月29日,神舟二十一号航天员乘组搭乘神舟二十二号载人飞船返回舱在东风着陆场成功着陆。在搜救回收保障现场,某中心神舟医疗救护队自主研发的“集成化单兵急救系统”首次亮相。当载人航天迈向深空探索新阶段,守护英雄归航的“生命方舟”,也正在悄然进化。

“集成化单兵急救系统”是生命保障体系更新迭代的最新研究成果。这套航天救援装备由急救一体机和无动力外骨骼两大模块组成,呈现出智能化、集成化、轻量化的特点。

「生命方舟」守护英雄归航

■何芳刘燕

一整套救援装备,为何要大费周章“揉”成一小包?答案,藏在飞船返回舱那不足半平方米的狭小空间里。

载人航天搜救,是与时间赛跑的极限救援。过去几十年,分体式急救设备是主力:心电监护仪、除颤仪、呼吸机……这些设备相互独立、体积庞大、拆装衔接流程繁琐,想要完整展开高级生命支持,至少需要3名医护人员协同配合。这种多人作业的模式很难适配返回舱狭小的作业空间。同时,航天员落地姿态各异,身边精密仪器环绕,留给救援的空间进一步被压缩。黄金救治时间稍纵即逝,传统设备带来的动作迟滞,会成为现场展开急救的“绊脚石”。

“集成化单兵急救系统”的研发,就锚定这“方寸之地”。团队从零开始重构人机交互逻辑,打破各类急救设备的功能壁垒,将除颤监护、呼吸支持、微量输液、便携超声等救命的关键功能,高度集成于一台背包大小的一体机中,打造出可单人背负、全域适配的“生命方舟”。救援人员背负它挤进返回舱,一人即可独立完成全套生命支持操作。舱内急救的准备与实施时间大大压缩,狭小空间难以快速有效施救的行业瓶颈有了破解之法。这背包里“揉”进去的,是速度,是效率,更是航天员宝贵的生命窗口。

急救一体机解决了设备“多”和“繁”的问题,为何还要搭配无动力外骨骼?

目标很明确:实现航天搜救急救“减人、提速、增效”。轻巧的背包减去了设备冗余,无动力外骨骼则助力救援人员突破体能极限。这副无动力外骨骼,没有电机电池,纯靠巧妙的机械结构“借力”。大腿连杆和腰部关节协同,能将背包的部分重量绕过人体躯干传导至地面。数据显示:穿戴外骨骼后,救援人员肩膀实际感受的重量是设备自重的53%,足底承压减少63%,人体整体耗氧量下降12%,体能消耗得到显著控制。省下的力气,让救援人员能稳住双手,全神贯注于眼前的生命体征和精细操作。在极限环境下,这份“稳”,就是精准施救的底气。

这款专为载人航天打造的“集成化单兵急救系统”,其价值远不限于航天。

塌方隧道、矿井深处、舰艇密闭舱室……在那些常规急救设备难以企及的“生命孤岛”,这套系统的价值得以凸显。医护人员单人背负即可穿越障碍直达核心现场。无需等待搭建平台,打开背包,“生命方舟”瞬间就位,紧急救治同步展开。

这套装备实现了“救援人员抵达、急救设备就位、紧急救治同步开展”的一体化救援,既补齐了航天专属医疗救援的关键一环,也为国内狭小空间应急救援提供了全新的方案。

背包虽小,承载的却是向极限要安全、为生命抢时间的航天智慧。



首先是对任务的认识。环控生保系统是一个高性能、高敏感性的复杂系统,任何一个细节上的疏忽都可能导致失败。这就要求所有人,不管在队伍中承担什么岗位,都要有高度的事业心和责任感,始终保持如履薄冰的心态。同时,还要尊重事实和科学规律,不能主观臆断。

其次是对设计实践的认识。稳健的设计基于对敏感性、不确定性、裕度的理解,只有认真分析、深入思考、不断协调后,才能提出科学合理的设计解决方案;理解不全面或者不准确,没有对系统建立全局观,都会导致走弯路,甚至是失败。此外,测试与验证也至关重要,要尽一切办法保证试验的真实性和覆盖性,以及测试时间长度和充分性。

最后是对队伍能力的认识。其中最核心的,是人的创造力、判断力和决策力。科研天天面临的是新问题,不创造是不行的,在纷繁复杂的过程中,把握核心问题、能够及时作出正确判断和决策,则是保证进度和防止走弯路、错路的关键。我国的型号任务是指挥和技术两线领导的,技术决策和管理推动双结合、同发力,是系统稳定运行、任务连续完成的坚实基础。

我感到欣慰的是,历经30多年,我们已经形成了这样一支队伍。一定意义上说,这和把任务干成功同等重要。

彰显我国工程研制集中力量办大事的体制优势

记者:在攻克环控生保系统的技术难关时,不同专业团队是如何打破壁垒、协同作战的?

李英斌:我们空间站环控生保一共由15个有机关联的系统构成,涉及的学科专业比较多。协同作战的根本保证是,我们有总体设计和统一策划。如果是我们团队内部的问题,会有专业总师、技术负责人以及负责总体方案的同志组织协调,在系统内寻找最优解决方案。

除了环控生保系统内部,在涉及载人航天工程总体或者其他大系统的协同中,也有许多矛盾需要解决。这方面

就展示出我国工程研制集中力量办大事的体制优势。环控生保团队作为飞行器的一个分系统,却归属航天员中心管理,这种体制安排本身就有利于不同系统之间的协同工作,而我们环控生保这支研制队伍就是保证系统协同最优化的纽带。更进一步讲,我们还是一个承担载人飞船、货运飞船、空间站、舱外航天器、登月等各飞行器环控生保系统的统一团队,这是保证各飞行器之间的界面和接口的最优化的组织保证。

另外,我们与国内专业协作单位之间也存在大量需要协同的工作。所有参研参试的单位都很讲政治、顾大局,关键时刻顶得上。

中国载人航天首次应急行动就展现了系统协作的优势。神舟二十号乘组返回后发现舷窗裂纹并跟地面报告后,一场涵盖中国载人航天工程各大系统,投入数万名航天人的“太空集结号”紧急吹响。空间站环控生保系统调整运行状态,严密监测胎压,做好应急准备。任务总指挥部连夜组织各系统专家紧急进行讨论,并决定推迟返回。飞船系统开展设计复核、仿真分析、试验验证等工作。航天员系统组织航天员在空间站开展舷窗裂纹模拟实验;发射场系统准备应急发射流程推演,测控系统同步调整测控资源计划……天地一心、高效协同,最终圆满完成了神舟二十号航天员乘组返回和神舟二十二号飞船应急发射任务。

环控生保系统和我国其他重点型号任务一样,成功从来不是单一团队的功劳,靠的就是各个专业打破领域边界,目标统一、资源互通、同步攻关,才能跨越飞天路上的一个个障碍。

那么,载人航天是如何从宏伟蓝图变为国家名片,成为彰显综合国力、驱动前沿科技突破的“战略支柱”?面对浩瀚宇宙这片充满未知与挑战的“深空探索新边疆”,我们又该如何凝聚新型举国体制优势,实现关键技术从“跟跑”“并跑”到“领跑”的跨越?

本期,我们对话中国航天员科研训练中心专家李英斌,跟随他的讲述,一同解码太空生命保障系统背后的中国智慧与攻坚之路。

那么,载人航天是如何从宏伟蓝图变为国家名片,成为彰显综合国力、驱动前沿科技突破的“战略支柱”?面对浩瀚宇宙这片充满未知与挑战的“深空探索新边疆”,我们又该如何凝聚新型举国体制优势,实现关键技术从“跟跑”“并跑”到“领跑”的跨越?

本期,我们对话中国航天员科研训练中心专家李英斌,跟随他的讲述,一同解码太空生命保障系统背后的中国智慧与攻坚之路。

那么,载人航天是如何从宏伟蓝图变为国家名片,成为彰显综合国力、驱动前沿科技突破的“战略支柱”?面对浩瀚宇宙这片充满未知与挑战的“深空探索新边疆”,我们又该如何凝聚新型举国体制优势,实现关键技术从“跟跑”“并跑”到“领跑”的跨越?

本期,我们对话中国航天员科研训练中心专家李英斌,跟随他的讲述,一同解码太空生命保障系统背后的中国智慧与攻坚之路。

那么,载人航天是如何从宏伟蓝图变为国家名片,成为彰显综合国力、驱动前沿科技突破的“战略支柱”?面对浩瀚宇宙这片充满未知与挑战的“深空探索新边疆”,我们又该如何凝聚新型举国体制优势,实现关键技术从“跟跑”“并跑”到“领跑”的跨越?



李英斌在工作中。

AI修饰生成素描画