

# 2023 中国载人航天

中国空间站再生生保系统在轨稳定运行600余天——

## 天地一心 守护天宫

■本报特约记者 占康

### 特稿

这是2023年的第一天——  
当新年第一缕阳光照射进中国空间站,神舟十五号任务乘组用镜头定格了这一壮美画面。随后,航天员费俊龙、邓清明、张陆开启了环控再生系统的日常维护工作。  
此刻,北京航天城航天员支持中心大厅内,中国航天员中心航天员支持管理团队环控总岗值班员,正紧盯大屏幕,读取数据,确保空间站再生系统正常运行。

晚上,3名航天员进入梦乡。航天员支持管理团队的工作人员并不能松口气,他们仍需不间断监控再生生保系统、环境压力、温湿度等参数。只要空间站设备不停机,他们就时刻保持警醒。  
截至当天,在距离地球400公里的中国空间站,再生生保系统已在轨稳定运行600余天。

当空间站任务的号角吹响,中国航天员中心从各科研团队抽调骨干力量,成立一支航天员支持管理团队,集结到航天员支持中心大厅。

在一帧帧闪动的画面中,他们关注着航天员的一举一动;在一个个跳跃的数字里,他们触摸着航天员的一呼一吸;在一个个关切的电话中,他们呵护着航天员的一颦一笑……

### 精心打造生命工程

在太空,航天员呼吸到的每一口空气、喝到的每一口水、感受到的温度,都由该中心环控生保团队负责。

2022年11月30日,神舟十五号任务乘组顺利进驻中国空间站,与神舟十四号任务乘组胜利“会师”。6人同时在轨,创造了中国空间站访客新纪录,也对空间站环控生保系统提出了更高要求。

为有效保障航天员生活,环控生保团队一边把地球生活环境搬上了太空,一边把航天员的太空生活搬进空间站地面伴飞舱。

在中国航天员中心,空间站组合体1:1大小的地面伴飞舱里,环控生保团队开始了一天工作——模拟6名航天员在轨活动,对舱内的氧气、二氧化碳等参数进行实时监测。

这套地面模拟系统比在轨系统提前一到两天启动,目的是预先检验环境控制能力。6名航天员同时在轨5天后,神舟十四号任务乘组按计划返回,验证了空间站系统航天员在轨轮换保障能力。

“从目前这个系统状态看,长期保障6名航天员也是有可能的。”该中心环控生保室主任非常自信。

载人航天发展到空间站阶段,如何实现大气和水资源的再生,减少上行补给?这是人类在太空长期生存必须要解决的世界级难题。空间站任务启动时,再生式环控生保技术被列为空间站重大关键技术之一。

从2010年论证设计开始,环控生保团队组建起一支平均年龄不到28岁的再生生保关键技术攻关队伍。他们以“冲刺的速度进行长跑”,十年磨一剑,相继攻克了电解制氧、二氧化碳去除、微量有害气体去除和水处理、尿处理等再生生保系统多项关键技术,成功研制出空间站环控生保再生系统。

经过10余年的刻苦攻关,再生生保系统由理论变成工程产品。对环控生保团队来说,这只是万里长征的第一步。再生生保系统产品在空间站要运行数千



图①:2022年11月30日,神舟十五号任务乘组与神舟十四号任务乘组胜利“会师”太空,留下历史性合影。

图②:2021年4月29日,再生生保系统首次在中国空间站运行,航天员中心相关专家正在严密监控并进行交流讨论。

图③:2022年6月5日晚,神舟十四号任务乘组进驻中国空间站,航天员中心航天员支持管理团队人员鼓掌。

### 用心铺就出舱之路

个日夜,环控生保团队要保持24小时在线,不间断跟踪测控,并根据下行参数对系统做出故障判断和进行健康管理,便于第一时间进行跟踪服务。

“我们一直都在,你们放心,有问题可以随时进行天地连线及时处理。”这是环控生保团队的口头禅,也是让在轨航天员最安心的一句承诺。

“系统的可靠性和产品的一贯表现,让我们可以安心地工作和睡觉。感受不到它们的存在,就是它们最好的状态。”在空间站关键技术验证阶段,执行神舟十二号任务的航天员洪涛这样评价再生生保系统。

让乘组安心的背后,是环控生保团队时时悬着的一颗心。“只要产品在天上运行,我们的心就一直放不下。要做到让航天员百分之百放心,我们就必须做到产品百分之百可靠。”环控生保室主任说。

环控生保室主任才40多岁,头发已白了一半。每天晚上睡觉时,他都要特意佩戴一个电话手表,防止夜里熟睡时错过紧急电话,也避免电话铃声打扰到家人休息。

环控生保团队最关注的是空间站的大小便装置。这个系统一旦出现问题,留给他们处置的时间特别短。

截至目前,再生生保系统已经在轨稳定运行600多天。中国空间站实现了氧气资源100%再生,尤其是新研制的二氧化碳还原系统在神舟十四号任务中成功应用,提升了空间站水资源闭合度。据悉,中国空间站的物质闭合度和能耗比达到国际领先水平。

再生水,是环控生保团队通过尿液、汗液等水分提取出来的纯净水。中国载人航天工程总设计师周建平表示:“在再生生保系统中,尿处理技术是最难攻关的。”

如今,航天员在轨饮用水基本都由再生水提供。据航天员透露,再生水口感与纯净水并无两样。

航天员执行出舱任务时,出舱活动支持小组和“曙光”一起,密切关注出舱进展,不断进行沟通交流,必要时现场给出决策意见。

空间站首次出舱活动中,由于一米多长的操作台一直摇摆不定,航天员刘伯明单手操作安装非常吃力。多次尝试未果后,刘伯明提出将其拆除后分段安装。“曙光”指挥迅速请示出舱活动支持小组组长黄伟芬,经小组成员决策后一致同意这一方案。

事后,刘伯明说:“没想到,你们这么快就给出意见。这个模式非常高效!”

打一仗,进一步。每一次出舱活动后,出舱活动专班都及时总结,不断改进活动设计、组织实施的模式。如今,他们已经形成一整套成熟的设计方案。

《出舱活动操作手册》是航天员出舱活动的整套规范,一共有8册数百页。该中心总体室人员参与了手册的大部分编写工作。时间紧,任务重,他们没日没夜泡在办公室里,实在太困了,就坐在椅子上睡几个小时,两三天不回家是常态。最长一次,一名工作人员连续5天没离开过办公室。

神舟十二号任务发射前,总体室一名专家参加完出舱演练后,回办公室时突然晕倒在地。紧急送往医院后,医生诊断他为劳累过度,建议住院观察。

“不行,我今晚手头有个文件必须修改出来。天上的事,等不及!”夜里11点,这名专家输完液感觉缓多了,执意要求回单位。等他加完班后,已是第二天凌晨。

出舱活动的成功不仅得益于航天员的出色表现,得益于航天员支持管理团队的有力指挥,也得益于“飞天战袍”——舱外航天服的出色表现。

众所周知,舱外航天服是航天员能够顺利进行舱外作业的护身铠甲。舱外航天服更像一个个人形飞船,能够抵御太空的高低温和高辐射等。它既能给走出舱外的航天员提供安全有效的环境防

护,还可以在密闭环境中给航天员提供环境控制和生命保障。

翟志刚首次执行太空出舱任务时,穿着的是第一代“飞天”舱外服。与之相比,新一代“飞天”舱外服在使用寿命、工效性能、安全可靠等方面都有较大提升。

在空间站首次出舱活动中,新一代舱外服的能力得以验证。刘伯明称赞舱外服表现完美,达到了人服合一的效果。

执行出舱活动前,舱外服支持岗的工作人员要进行一系列测试,确保供氧、供电、供水、通信等功能正常。服装气密性检查是重点项目,因为它直接影响到任务成败甚至航天员的生命安全。出舱活动中,工作人员仍然要严密观察舱外服的各项性能指标是否正常。

迄今为止,神舟十二号至神舟十四号3个任务乘组已经执行了7次出舱活动,进行了大量舱外作业。他们先后在节点舱、气闸舱出舱,验证了新一代舱外服的功能,验证了机械臂协同合作能力,并首次在“T”字构型上进行出舱活动,首次搭建起三舱间舱外行走的“天桥”,首次实现跨舱段舱外行走……

### 悉心保障日常生活

飞行1分钟,牵挂60秒。航天员在太空的每一分每一秒,都浸润着航天员支持管理团队无微不至的关爱。

他们每天的工作如何安排?吃得好不好?身体有没有不舒服?每天锻炼效果如何?跨越天地,该团队始终将乘组在轨安全和健康紧紧握在手中。

在航天员支持中心大厅内,大屏幕上显示着空间站各摄像头下的实时画面和一日工作计划。该团队20余人在各

自岗位上紧张有序地忙碌着。

“进入测控区,进行血液检查……”飞行事件管理岗位人员实时观察并记录航天员一天的各项动作;环控生保岗位人员密切关注各类环控数据;“曙光”医生岗位人员记录航天员相关生理数据,评估和判断他们的健康状况,指导支持航天员开展常规医学检查和定期医学检查;失重防护岗位人员根据航天员锻炼情况,实时评估航天员对抗失重的防护效果;医学实验支持岗位人员实时辅助航天员操作实验和判断数据……

“给你们准备的节日盲盒找到了吗?”“最近状态怎样,心情还好吗?”该团队的牵挂和关心通过无线电波定期抵达苍穹之上。

“丁零零……”每一次从天而降的求助电话响起,无论何时,地面岗位人员都会“秒接”。

2022年除夕,中国人首次在太空过大年。神舟十三号任务乘组一早贴“福”字,写春联,挂灯笼,晚上还吃到了香喷喷的饺子。

“团团圆圆合家欢”“锦上添花年年高”“竹报平安”……工作人员为航天员的年夜饭精心设计菜谱,每一道菜的名称都饱含着祝福和年味。

“设计这些菜谱名,可让我们想破了脑袋!”航天营养师与食品室主任笑称。他们研制出120多种空间站航天食品,并按照航天员口味喜好,进行了个性化调制。

航天员在太空过节或者过生日,都会收到中国航天员中心科研人员给他们事先准备好的节日盲盒和生日礼盒。不仅如此,每逢生日或者节日,航天员支持管理团队都会精心准备,组织航天员和家人天地共同庆祝。

每天早上,他们迎着朝霞上岗,给航天员送去第一声早安,陪他们度过充实的一天;每天晚上,他们给航天员道完晚安,看着他们安心入睡,再顶着星星悄悄回家;部分岗位人员一直留守到第二天早上……

“地面支持人员180多天守护,不分白天和黑夜,24小时陪护,有问题直接找地面。”神舟十三号任务乘组指令长翟志刚返回地球后深情地说:“飞行之前,我主动找地面支持人员沟通说,我不能保证这180多天都有一个好心情、好状态。哪天我态度不好的时候,不要往心里去。”

当时,地面工作人员一再表示:“你们想怎么说就怎么说。我们会拿出百倍耐心对待乘组。”

“他们是这么说的,也是这么做的,而且做得非常好。”翟志刚为地面支持人员真诚点赞。

神舟十四号任务乘组返回地球前一天,特意从中国空间站发来温暖致意——“183个日夜不辞辛劳的守护,4000多个小时及时专业的支持,20多万分钟时刻不停的牵挂,你们用专业、奉献为我们保驾护航!”指令长陈冬向地面支持人员致敬。

“忘不了,每次询问时,你们及时有效的回应;忘不了,每分每秒你们专注指标的关心;更忘不了,每次重大任务前你们贴心的提醒。任务的成败,离不开你们全心全意的支持!”航天员刘洋充满深情地回忆起地面团队对他们无微不至的关心和付出。

“拟流程、定预案、细操作、勤协同,我们配合得天衣无缝、亲密无间。天地间永不断线的电波,见证了我们的努力!”航天员蔡旭哲真诚地说。

“我们是一家人。”正如陈冬在视频里所说,中国航天员中心是培养航天员的摇篮,也是保障航天员飞行的大后方。精湛指挥、精准研判、精心支持、精细保障,是该中心保障在轨任务的工作宗旨。

自空间站任务开启以来,该中心航天员支持管理团队已经驻守600余天,迎来送往一批批飞天乘组。如今,他们继续守护着神舟十五号任务乘组在轨的每一天。