

北京时间2022年5月10日,伴随着一声“点火”,天舟四号货运飞船搭乘长征七号遥五运载火箭飞向中国空间站,拉开了又一次中国载人航天飞行任务的序幕。

从神舟五号21小时的太空之旅,到神舟十三号航天员长达6个月的太空驻留,仅靠一次性地面补给已不能满足任务需要。为航天员提供环境控制、生命保障和应急保障等功能的空间站环控生保技术,成为实现空间站

在轨长期运行的关键。

对于保障航天员在轨生命安全的环控生保科研人员来说,安全是他们研制和运营产品的底线。在天和核心舱发射成功一周年之际,中国航天员科研训练中心环控生保室举行了一场别开生面的座谈会。那些曾经参与空间站任务再生式环控生保关键技术攻关的科研人员,一起回顾当初的奋斗时光,展望中国载人航天的美好未来。

再生生保系统：保障航天员长期驻留空间站

天和核心舱环控生保系统在轨稳定运行一周年

孙伟 占康 本报记者 安普忠 王凌硕



一起,中国航天员科研训练中心环控生保室二氧化碳去除子系统负责人张勇平感慨颇深。过去那些一起奋斗的时刻,满满当当充斥着他的记忆。忙碌,将时间无限拉长。回忆起产品研发的那段日子,张勇平觉得“那时候的每一天都在全力奔跑”。

从论证设计到完成初样产品设计,他们只用了3年。3年,环控生保科研团队以过硬的攻关能力,创造了环控生保技术发展的“中国速度”。

用环控生保室主任卞强的话说,“我们团队的工作状态,好比用冲刺的速度跑完一场马拉松”。

2020年初,新冠肺炎疫情来势汹汹。环控生保科研团队接到通知,要在短期内完成产品正样交付任务。

那年春节,许多人都是在办公室里度过的。他们和家人急忙忙吃顿年夜饭,又火速投入到工作中。

这是一场接力赛。

水处理子系统总装集成负责人熊涛加入团队后,经过两年历练挑起大梁,担任负责人。微量有害气体去除子系统负责人周国栋是个90后,25岁就成为最年轻的子系统负责人。二氧化碳去除子系统负责人张勇平在正样产品交付任务中连续工作了一个月。完成主体工作后,他因身体原因不得不暂停工作。随后,刚入职没多久的白攀峰,在总体负责人杨润泽的带动下,及时顶上空缺,完成后续任务。

研究员李英斌记得,在空间站任务启动时,他们5个子系统负责人集中到一起,封闭办公十多天,没日没夜研究讨论,终于按节点拿出了一套总体方案。

如今,看着航天员在中国空间站里自由呼吸、舒适生活,他们的心理满是成就感和自豪感。回忆起那段艰难的日子,曾经的技术负责人尹永利说:“那时我们只有一个信念,就是让航天员在天上安全舒适地工作和生活。我们做到了!”

让资源在太空“生生不息”

2020年5月5日,长征五号B运载火箭在文昌航天发射场发射成功,拉开了中国空间站在轨建造阶段飞行任务的序幕。

再生式环控生保是空间站关键技术之一。2005年,在国家863计划支持下,环控生保室已经开展了基础研究等工作。2008年,再生式环控生保通过关键技术立项论证评审。

这十几年来,环控生保科研团队凭借着一股不服输的劲儿,艰难起步、论证研制,攻克了大容量电解等关键技术难点,为空间站建造打下了坚实基础。

在以往的载人飞行任务中,环控生保使用的是非再生技术,也就是航天员在太空生存所需的氧气和水都从地面携带。随着空间站任务一步步推进,航天员在太空驻留的时间越来越长,仅依靠地面携带已无法满足要求,环控生保技术必须要从非再生走向再生。

再生式环控生保系统,顾名思义,就是实现水等消耗性资源的循环利用,保障航天员在轨长期驻留。这个系统可以收集航天员挥发的水分、排放的尿液,还有呼出的二氧化碳,然后把这些收集到的水汽、水和二氧化碳还原成航天员可在轨利用的氧气和水。

再生式环控生保系统包括电解制氧、饮水收集与处理、尿处理、二氧化碳以及微量有害气体去除等子系统。其中,水气分离是不少子系统研发过程中都要面对的共同难题。

“微重力条件下,水气处于混合状态。”电解制氧团队相关负责人解释说,要在太空中进行电解制氧,将水分解成氧气和氢气后,还需要通过膜分离技术将气体与液体分离。

合适的膜材料并不好找。电解制

氧团队一次次调研试验,可研制出的膜材料重量和寿命仍不符合指标要求。后来,他们通过请教行业内资深专家,研究前沿论文,创新性地设计了新型膜结构。研制过程中,他们一次次碰壁,又一次次突破难关。最终,研制出的膜材料,寿命比最初提升了10倍,重量也下降到了最初的1/4。

如今,在中国空间站天和核心舱内,由电解水产生的氧气,解决了航天员呼吸问题,大大降低了物资补给成本。这只是再生式环控生保技术在空间站的运用之一。

“一年来,我们研制的尿处理和冷凝水收集装置成功转化了2600多公斤的水,为两艘货运飞船节省了将近一半的上行重量。”子系统负责人丁平自豪地说,“整个再生式环控生保系统实现了氧气资源100%再生,水资源80%再生。有了完整的再生系统,发射重量大大减少,每年能节约上行物资6吨左右。”

天上运行每一秒,地面牵动无数心

4月29日,天和核心舱已在轨运行满一年。这意味着,环控生保系统也运行了一周年。

一年,365天,8760小时,525600分钟……屏幕上,代表着环控生保系统运行时间的数字不断跳动着。每分每秒,都牵动着环控生保科研人员的心。

“国际空间站20年的运行经验表明,环控生保系统在轨故障率达到平均每年22起左右。”卞强介绍,中国空间站环控生保系统也面临着同样的风险和挑战。为了保证航天员安全,团队工作人员在各阶段全方位排查故障,还进行了高强度、多批次试验,确保产品不带任何隐患上天。

动态水气分离器是尿处理子系统的核心部件。在进行正样产品交付前,设计师邓明君像往常一样进行产品性

能测试。电机通电运转后,面板显示一切正常。邓明君并没因此就放松警惕。突然,他发现电机运行噪声似乎有点异常。

邓明君将耳朵凑近电机仔细倾听。经历了近千次试验,他对电机发出的噪声再熟悉不过。以往的电机噪声平稳而细腻,而这次的噪声似乎有一丝“瑕疵”。他将手轻轻放在电机上,隐约感觉到了异常振动。

没有犹豫,邓明君果断停止试验。上报项目组领导决策后,他们将电机送回厂家进行拆解,成功排除了故障。

返修、再测试、再验收。环控生保室的研究人员已经习惯了排除一个个故障、解决一个个难题。

神舟十二号航天员汤洪波曾在环控生保室参与了一年研制工作。汤洪波说:“环控生保是我们飞天时的生命守护者。在飞行的90多天时间里,操作最多、关注最多、维护最多的就是环控生保产品,通话最多的也是和环控生保专家们探讨产品和技术,有他们在,我们才可以安心飞行、放心工作和生活。”

虽然再生系统在空间站顺利运行,但这个团队的任务远没结束。天上运行一天,地面就需要保障一天。

“从受领任务那天起,大家就揪着一颗心,或许要到再生系统进入空间站稳定运行15年后,这颗悬着的心才能稍稍放下。”张勇平深有感触地说。

如今,环控生保室不仅在再生式环控生保技术上取得突破,也在同步开展受控生态环控生保技术的积累和研究,并成功实施了“绿航星际”4人180天受控生态生保系统集成试验。

“未来航天员驻留月球、飞向火星,我们的产品一定能航天员提供更好的保障,太空家园一定会充满生机活力。”谈到未来的环控生保,大家充满期待,也充满了信心。

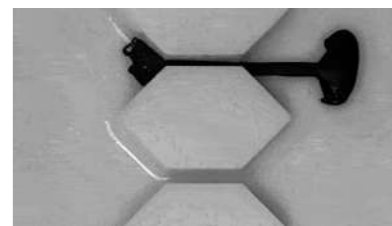
上图:科研人员正在进行产品测试。孙伟摄

科技云

科技连着你我他

本期观察:冯恩实 郑溟沂 张宇凡

磁性黏液机器人

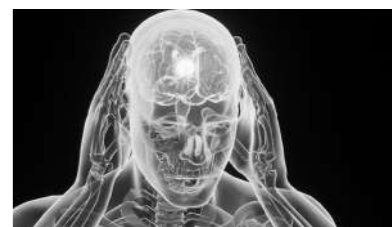


前不久,香港中文大学研究团队公布了一项最新研究成果——“机器人史莱姆”。

这款机器人呈棕黑色,由含有铁磁颗粒的黏液制成,表面有一层无毒的二氧化硅,以确保它在进入人体后不会对器官造成伤害。通过外部磁铁进行操纵,只需改变磁体的形状、磁力的方向,就能让它按照既定的方式移动和变形。试验表明,它不仅能够完好无损地穿过仅有1.5mm的细缝,还可以进入人体内,取出我们不慎吞食的异物,甚至主动充当“创可贴”修复断开的电线。即使它被切割成几块,也能迅速恢复活动。

对于这款机器人的应用前景,科学家们希望它有一天能够成为手术工具,对治疗一些特殊疾病提供帮助。

微型可注射机器人



近日,《每日邮报》称,美国一家公司研发了一种微型机器人,可以通过注射的方式进入动物体大脑深处,用来治疗某些罕见的脑部疾病。

当机器人进入大脑后,放置在颅骨外的电磁线圈会与计算机相连。计算机可以精准控制机器人在颅内的行动方向和速度,并指挥机器人完成释放“携带”的药物、测量病灶范围或提取大脑病变组织等操作。

动力方面,该机器人使用磁能进行推进,易于运输且不会伤害身体。除此之外,它的单位时间耗电量比磁共振成像减少10到100倍。完成任务后,机器人会原路返回注射处,离开实验体。

目前,这种机器人已经在动物身上开展相关研究,并计划在两年内进行人体临床试验。

一次性血管介入机器人



前不久,国外某医疗公司宣布:一种用于神经血管、心血管和外周血管手术的完全一次性机器人系统即将量产。这一系统有可能改变手术机器人的定位,从大型昂贵的设备转变为经济的一次性集成系统。

这款机器人设计简单,便于学习使用,且具备远程操作的功能。手术过程中,医生可以在另一个房间进行手术操作,以避免辐射暴露和交叉感染。其使用的导线技术可以避免多种耗材的使用。

目前,该型机器人系统已成功完成动物试验,且手术中未出现不良事件。研发公司正在加快这款机器人商业化的步伐。他们表示,凭借该型机器人的远程操作及其“一次性”功能,将使血管内介入手术的操作更加简单、价格更加亲民。

新型燃料电池:防爆阻燃又柔软

张朋 薛乃豪

新看点

近年来,电子产品因电池爆炸引发火灾的新闻屡见不鲜。电池的高安全性正成为科研人员研究的重点。

最近,中国科学院某研究所在柔性燃料电池的关键材料和技术方面取得突破,研制出一种安全、耐用、适应性强且具有出色柔性的自呼吸式直接甲醇燃料电池。该款电池采用了一种凝胶/海绵复合材料,可以有效避免电池出现爆炸、着火等安全问题。

燃料电池已经融入人们生活,广

泛应用于电动汽车、电脑、家用电器等多个领域。其中,直接甲醇燃料电池因其结构简单、燃料清洁环保、可低温快速启动,成了科研人员和广大消费者青睐的对象。然而,甲醇天性“爆”脾气,普通材料的直接甲醇燃料电池如果使用不当,有可能造成爆炸、着火等安全事故。

针对这一问题,该款新型电池采用了全新的材料。琼脂凝胶锁水能力超强,海绵吸水性出色,二者复合而成的新材料具有独特的成分和结构,使得这种自呼吸式直接甲醇燃料电池对甲醇溶液具有很强的保留能力,吸收速度快、吸收率高、循环性能好、含能

高。同时,这种材料还具有很好的柔性,已通过包括长针刺穿、切割、弯曲和压缩等一系列破坏性试验,且试验过程中未发生燃料泄漏事故。

这就决定了这款新型电池不仅具有前所未有的高安全性,而且还具备较好的适应性。科研人员指出,该款电池的应用领域非常广泛,可用于便携式可穿戴电子设备,用作野外作业便携式移动电源,充当未来电动汽车的动力源,甚至成为固定式发电设备等。

左图:自呼吸式直接甲醇燃料电池示意图。

