

科技访谈录·载人航天

在党的二十大精神指引下

与伟大事业一同成长

——对话中国载人航天工程航天员系统副总设计师李莹辉

■本报记者 贺逸舒 特约记者 占康

我们每一个“齿轮”，都为同一个信念而转动

记者：最近，神舟十五号飞船成功发射，又一批航天员入驻中国空间站。如今，我们的航天员已经可以在中国空间站驻留6个月。如此漫长的太空驻留，会对航天员产生什么影响？

李莹辉：浩瀚太空，深邃美丽，却充满风险。在太空长期驻留，主要会对人体生理产生影响。与地球环境相比，太空环境最大的特点就是重力缺失，即我们通常所说的失重。失重会导致身体的重力感受器官系统产生从功能到结构的变化，如心血管功能障碍、肌肉萎缩、骨丢失等。所以，我们必须对航天员进行有效防护。

对抗防护是支撑载人航天长期驻留的核心技术和能力。我们有一个失重生理效应防护对抗系统，专门研究对抗防护措施。神舟十二号乘组实现了从短期飞行到长期驻留的跨越，神舟十三号乘组经历183天太空驻留后健康返回；神舟十四号载人飞行任务取得圆满成功，陈冬成为中国首个在轨驻留时间超过200天的航天员，目前健康状况良好……这些都表明了我们的综合防护措施是十分有效的。

此外，空间环境中的辐射、狭小环境和临床医学问题，也会带来医学风险。对此，我们也形成了一系列有效的医学防护措施。

记者：航天员在空间站的一项重要任务，就是进行在轨实验。目前，航天医学领域的在轨实验都取得了哪些成果？

李莹辉：我们可以很自豪地说，在航天医学领域，我们已经实现了从地基模拟到天基应用的跨越。一是我们建立了系统的航天医学空间实验研究平台，实现了失重生理效应与防护、辐射生物学效应与防护、人的行为能力、先进的在轨健康监测技术与传统医学在航天医学中的应用等五大方向的系统研究。二是通过目前4次长期载人飞行，我们已经把约40个项目送上太空，完成从体外细胞分子机制到人体生理结构行为的原创性研究，建立了航天医学的数据库、应用储备库和知识发现库。三是获得了航天医学的新发现，在机体与细胞学环境响应、细胞重力感受机制、人体与细胞学模型方面获得了原创性新发现；建立了具有中国特色、全球首创的防护技术；获得空间条件下眼手协调、视功能、运动姿态控制等方面的新认知新数据……这些成果既源源不断输送着航天医学的新理论、新技术、新方法、新装备，支撑载人航天事业的持续发展，同时又可服务于大众健康。



图①：在酒泉发射场执行神舟十四号发射任务的李莹辉。图片由采访单位提供

图②：神舟十五号载人飞船发射取得圆满成功。图片来自新华社



康，为解决人类的衰老、疾病等重大科学问题，提供共用性知识和技术。

载人航天是一个浩大的系统工程，我们每一个“齿轮”，都为同一个信念而转动。我们目前在航天医学方面取得的这些成果，都是国家载人航天事业飞速发展的缩影，都是自主创新科技进步带来的成就。

有一种艰辛，你没有尝试过，就不知道其中的快乐

记者：您所深耕的航天医学是涉及多个学科的前沿领域。前沿往往意味着更多的挑战和艰辛，您对此有什么体会？

李莹辉：能够赶上中国载人航天蓬勃发展的最好时机，从事这样一项伟大的事业，并跟它一起成长，我和同事们感到很幸运。在中国载人航天的发展之路上，从理论积累、到技术研发、再到在轨应用，我们始终有明确的任务牵引，有切实的需求推动。这些既是方向也是动力，牵引着我们攻克一项又一项技术难关，建立一个又一个实验模型，不断丰富完善发展学理理论和形成应用标准。而我挚爱的航天医学学科也在这个过程中，伴随着载人航天事业的蓬勃发展而茁壮成长。

这些年，我们取得了一系列成就，但我时常有一种紧迫感。中国载人航天现在正处于一个高速发展期，正处于我们从航天大国走向航天强国的关键时期。模型需要建立，方法需要研究，措施需要尝试……太多要干的事儿，需要我们去

奋斗。太空拥有无限的魅力，等着我们去探索和挖掘。这条通天之路充满艰辛，却魅力无限。我们必须只争朝夕，快马加鞭，不断奔跑在科技最前沿。

记者：载人航天历史上曾经有许多重要的时刻，您经历过最难忘的时刻是什么？

李莹辉：应该说每一次重大突破的时候，都是我们的难忘时刻。从神舟五号飞船首次载人飞行，到出舱活动感觉良好；从突破100天、200天在轨驻留纪录到舱外跨舱段作业；从第一个航天医学领域数据传回原轨失重防护装备应用……每当回想起来这些时刻，我的内心就会充满激动和骄傲。

我想，最难忘的还是神舟五号飞天之际，杨利伟在倒计时4秒的那个敬礼。其实，这个敬礼是程序没有安排的。当看到摄像头里的杨利伟戴着很大的航天服手套，以战斗姿态敬礼时，我们瞬间热血沸腾，不约而同地开始鼓掌。现在回想起来，这个敬礼饱含着祖国至上、不辱使命的责任担当，坚毅果敢、大义凛然的英雄气节……着实令人激动感慨！也是从那以后，杨利伟这个“自选动作”成了航天员们约定俗成的“传统仪式”。

记者：我们提到中国航天事业的时候，往往说的都是辉煌时刻。那您有没有经历过挫折、情绪低落的时候？

李莹辉：其实在奋斗的征程中，辉煌往往只是短短一刻，更多的时间是不断

地在挫折中艰难前行。每一个辉煌高光时刻的背后，都是无数次的挫折和失败、困惑和迷茫。比如实验做不出来，或者得到的实验数据不理想。每当这个时候，一定是情绪低落的时候。也正是这个时候，载人航天精神“特别能吃苦，特别能战斗，特别能攻关，特别能奉献”这四个“特别”，就会重新赋予我们力量。

有一种生活，你没有经历的时候，就不知道它的艰辛；有一种艰辛，你没有尝试过，就不知道其中的快乐。我们是干航天的，既要有探索未知的勇气，更要有坚定执着的决心。我坚信，只要能一次次在挫折和困惑中爬起来，咬牙前进，就一定会获得转机，把失落变成开心，把迷茫变成辉煌。你看，邓清明坚守25年，不也终究圆梦了吗？

向着更遥远的深空进发，追梦永远在路上

记者：航天报道里常常会说，航天人用青春做火箭的燃料。对于这个比喻，您有什么样的体会？

李莹辉：我觉得这个比喻很生动、很贴切。火箭燃料在小小的体积中蕴藏着巨大的能量，一旦点燃就能激情绽放，托举飞船直上九天。航天人真的是这样，什么“5+2”“白加黑”，都反映不了航天人的奋斗。我所见到的很多航天人，仿佛有使不完的劲儿，攻不完的难关，理不完的思绪，永远都在研制探索的路上。

之前有一次参加国际合作项目，法国同行与我们一起工作一段时间后对我说，我知道中国航天为什么发展这么快了，你们都很年轻；年轻的不仅是年龄，更是思想和精神永远朝气蓬勃，充满活力。我觉得他说得挺准的，情怀与梦想相伴，激情与奋斗相融，这确实是中国航天人的真实写照。

我身边的一个个航天人，从事的事业很伟大，生活却很简单。大家都是家和单位两点一线，工作时要么在实验现场，要么在任务现场。我们开玩笑时经常说，不是在实验测试中，就是在去做实验的路上。

记者：最近举行的中国航天大会上，中国载人航天工程总设计师周建平透露，我国载人航天走向深空的第一步将是登陆月球。请您从您的研究领域出发，谈一谈为了早日实现这一目标，我们还有哪些困难需要克服？

李莹辉：星空浩瀚无比，探索永无止境。向着更遥远的深空进发，追梦永远在路上，这也是航天魅力所在吧。未来，我们需要面对月球环境低重力，要实现从1G重力到1/3G重力的快速适应，无障碍穿梭；要研究月面环境如月辐射、月尘、月昼、月夜对健康的影响，要建立低重力下的运动姿态模型，要发现认识人类对极端不利环境的耐受极限，要为人探索宇宙深空发展支持保障技术……未来我们要攻克更多的新技术，探索更多的空白领域。

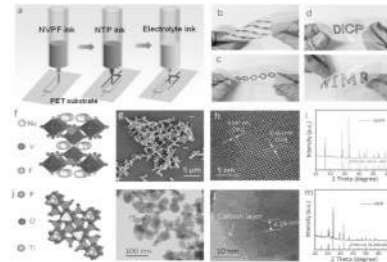
栏头设计：贾国梁

科技云

科技连着你我他

■本期观察：刘华勇 刘乃木 姜鑫亮

高柔性——钠离子微型电池



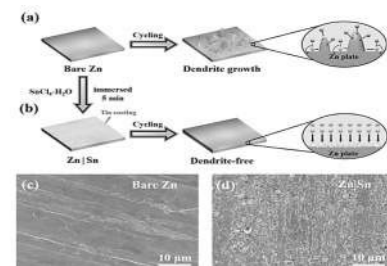
近期，《先进材料》杂志介绍了中科院大连化学物理研究所科研团队最新研发的钠离子微型电池。这种电池具备高容量和高倍率柔性化等显著特征。

目前的钠离子微型电池微电极厚度有限，难以满足对更高面积容量的需求。针对这一缺陷，该科研团队制备了具有适当黏度和流变特性的3D打印电极油墨，通过3D打印的厚电极具有三维多孔导电框架结构，有效提高了钠离子微型电池的电化学性能。

实验显示，该微型电池在高电流密度40mA/cm²时仍具有3.6mAh/cm²的高容量，以及6000圈的长循环稳定性，同时还表现出优异的机械柔性。

研究人员介绍，该型电池表现出的优异性能在可穿戴和便携式微电子领域具有较大应用潜力。

寿命更长——新型长寿命碘锌电池



近期，据《纳米能源研究》杂志介绍，山东大学某科研团队研发出一款长寿命碘锌电池。该电池通过简单的自置换反应，可以在电池的锌负极表面原位构建锡保护层，从而提高电池稳定性和安全性。

实验显示，当锡保护层与碘正极匹配组装碘锌全电池时，可以较好抑制锌枝晶的形成。锌锡涂层能帮助电池工作时实现均匀的锌沉积。同时，锡的化学惰性有效避免了副反应的发生，缓解了锌负极的腐蚀及析氢。

经测试，性能最突出的样品电池能稳定循环超过900小时。此外，由锌锡涂层与碘正极组装的一款电池，在经过1200次循环后仍具有90.7%的容量保持率。

科研人员表示，锌基水系电池因为锌储量丰富、理论比容量高、安全稳定的特点，被视为下一代储能设备的主要竞争者。

快速充电——新型固态锂金属电池



近日，《自然》杂志刊登，美国哈佛大学研究人员受英式经典三明治的启发，设计发明了一种新型固态锂金属电池。该电池可在3分钟内完全充电，使用寿命达到20年。

传统锂金属电池内部容易形成一种微小刚性的树状结构，造成电池短路着火。为此，研究人员采用类似三明治的多层结构有效解决了安全问题。新固态锂金属电池使用的是纯金属形式的锂、固体电极和固体电解质。与传统锂离子电池相比，相同体积下，该电池的容量能存储更多的能量，充电时间更短，并且在生命周期内充放电循环可超过一万次，远远优于同类电池。此外，该电池内部的化学成分可以回填结晶产生的孔，即实现自我修复。

未来，清洁能源存储技术的发展对于应对气候变化至关重要。据估计，这种“新电池模式”有望在全球汽车电气化的发展过程中将全球温室气体排放量减少16%。

变废为宝的碳纤维绿色回收技术

■王博刚 薛丽敏 王畅

新看点

碳纤维被业界誉为“材料之王”“黑色黄金”。它具有重量轻、强度高和耐腐蚀等特点，被广泛应用于航空、航天、能源、交通、风电叶片、建筑桥梁、军用装备等领域，是国防军工和民用生产生活的重点材料。

近年来，随着碳纤维产业进入快速发展期，碳纤维复合材料用量不断增加，生产过程中产生的废料也越来越多。业内专家指出，碳纤维产业链的各个环节都会产生废弃物，仅生产制造过程中的报废率就高达30%~50%。由于碳纤维复合材料在自然条件下不能降

解，大量的废品和废料只能进行填埋。据统计，仅2018年全球碳纤维使用量就达到9.26万吨，其中，报废量为3.03万吨。这样不仅会对环境造成污染，也是对资源的极大浪费。

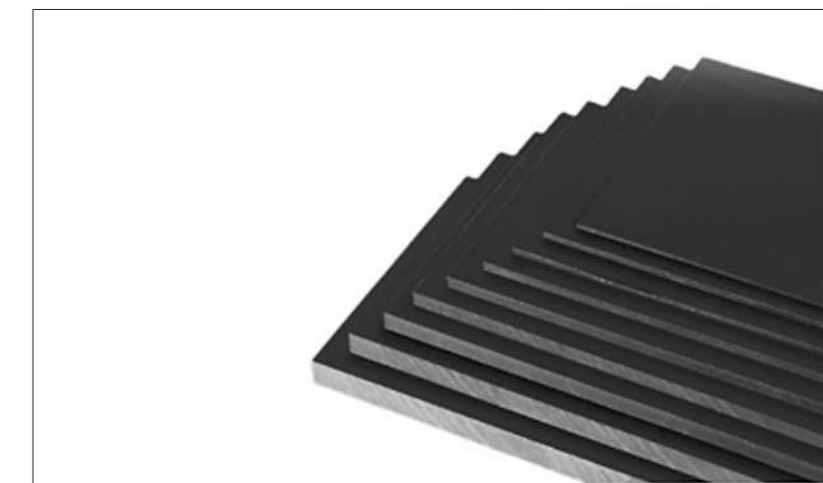
近日，据日本《每日新闻》报道，有关研究人员通过一种物理回收利用技术，实现了对制造过程中多余碳纤维增强塑料的回收再利用。他们在500摄氏度左右的高温下对这些报废碳纤维增强塑料进行加热，提取出碳纤维，然后将其与另一种塑料混合，可生成一种新的碳纤维增强塑料，质量更轻且更加坚韧。今年7月，在手柄和管子上使用该型再生碳纤维增强塑料的无绳吸尘器已在日本上市。

据介绍，这种技术需要高温加热会

消耗一定的能源，但与从零制造碳纤维相比，可将二氧化碳排放量降至原来的十分之一左右。

事实上，各国都很重视碳纤维材料的回收利用，不断加大技术研发和攻关力度。不少国家都具备了工业化控制回收碳纤维的生产能力。

目前，国内外碳纤维复合材料废弃物回收的方法主要有3大类：机械法、化学法和热解法。机械法工艺简单，不产生污染物，但不适合汽车用碳纤维复合材料的回收。化学法仍停留在实验室阶段，无法大面积应用。目前，热解法是唯一实现工业化生产的碳纤维复合材料回收技术。然而，热裂解工艺在回收过程中很容易对碳纤维造成损伤。因此，如何以更低的性能损失，实现更高价值的



碳纤维示意图。

资料图片

碳纤维回收，是该领域的一个主要难题。随着科学研究的不断深入和技术水平的进步，相信在不久的将来，一些回收技术会实现碳纤维的更高重复利用率和更低回收成本。到那时，大量的碳纤维废料不再被填埋，更不会对我们的生活环境造成严重污染。它会成为

吸尘器、吉他、电脑外壳、无人机外壳等优质塑料用品，或作为新能源汽车引擎盖、杂物箱等零部件，出现在我们的日常生活中；甚至作为油料和燃气在生产生活中使用，抑或是铺设在车间或库房地坪上，改变着我们的环境，给我们带来不一样的生活体验。