

# 给月球拍照的人

## ——记中国科学院西安光机所月球与深空探测成像技术攻关团队

■本报记者 严涛

近日,中国国家航天局公布了嫦娥六号探测器在月球背面的五星红旗展示影像,鲜艳的五星红旗再次闪耀月球。这是中国首次在月球背面独立动态展示国旗。

这张五星红旗的照片由中国科学院西安光学精密机械研究所(以下简称西安光机所)搭载于嫦娥六号着陆器-上升器组合体上的有效载荷之一——全景相机拍摄,相机的研制者是西安光机所月球与深空探测技术研究所。

这是一个鲜为人知的团队,但是20多年来,他们给月球、火星、太阳以及其他深空天体拍摄的一幅幅作品却被无数人欣赏赞叹,呈现出茫茫宇宙的浩瀚神秘,见证着中国人迈向深空的每一个历史时刻。

近期,西安光机所月球与深空探测成像技术攻关团队获得第五届中国科学院“科苑名匠”(团队)称号。在颁奖现场的演讲中,团队代表、西安光机所总工程师杨建峰说:“把自己最美好的时光花在一个个深空相机的研制上,我们团队的每个成员都觉得很值得!”

### 一件事干了25年

完成月球背面地质构造的全景成像及国旗成像,对于杨建峰团队来说,是又一次不平凡的任务。他们已为月球拍了20多年的“肖像”,虽然每次的任务都是拍照,但难度不同、要求不同,效果也不同。

1999年,我国的探月工程还未正式开启之时,杨建峰就加入了我国月球探测工程首席科学家、中国科学院院士欧阳自远团队,成为除欧阳自远之外加入团队的第一人。

“恁恁院士曾开玩笑说,西安光机所是我国探月工程的第一批‘原始股’。实际上,我代表西安光机所参与探月工程的时间比他知道的还要早一些。”杨建峰说,“给月球拍照这

一件事,我们干了整整25年。”

嫦娥工程的每颗卫星上,都搭载了杨建峰带领团队研制的多种载荷,如干涉成像光谱仪、CCD立体相机、全景相机、月基光学望远镜等。在嫦娥一号和嫦娥二号任务中,团队研制的CCD立体相机拍摄的月面图像和虹湾局部影像图,均被作为任务圆满完成的标志性成果。

中国人探索宇宙的脚步不只停留在月球,杨建峰团队的相机开始对准更深远的星空。随着不同探测任务的推进,难题也变得越来越多,杨建峰带领团队逐一攻克。

“在做‘嫦娥’系列任务时,我们要解决月尘、高温和散热等多方面问题。”团队中负责结构设计和热设计的成员李福介绍说,月球表面昼夜温差大,团队想出了给相机戴一顶“博士帽”的办法,利用一种特殊的膜保证相机内部温度正常。

在开展嫦娥三号任务时,为确保相机在不确定的温度下正常工作,团队在高温箱中反复实验,验证了相机在20到66摄氏度的高温下依然可以保证成像质量。“就像自家的娃当兵打仗了,到底有多大能耐,能不能打得过,遇到突发情况能不能应对,我们自己心里得有数。”杨建峰说。

### 给月球拍照,有啥用?

1997年博士毕业后,杨建峰进入西安光机所工作。从1999年开始,杨建峰推掉手里的所有项目和工作,专门研究深空相机,参与了我国绝大多数深空探测的拍照任务。

“我是光学设计专业的,深空拍摄对我们团队来说,就是将所学专业运用于实际。干了这么多年,其实我心里一直很感激国家近些年将这么多深空任务交给我们,否则学了这一行

但没有工作做,发挥不了才能,也很苦恼。”在深度参与探月工程的过程中,杨建峰和团队成员经历了无数次共同研讨、攻克难关的时刻。“我对探月工程有很深的感情,没有探月工程,我无法想象自己现在在做什么。”

杨建峰的孩子曾经问他一个问题——给月球拍照,有啥用?“我当时说不出准确的答案,就是觉得国家应该搞,有这个需求。”10多年后,杨建峰对这个问题有了新答案。“后来我告诉孩子,探月工程不是没有用,而是特别有用!虽然只是一张照片,但是在国家层面上,它的意义是很大的。现在,我国的创新能力很强,‘知道怎么干’;当时,探月工程解决了一个更重要的问题,就是我国‘应该往哪干’。在发展的方向性上,探月工程提出了一系列新要求,带动了我国科研事业的发展,我觉得这是极其重要的。”

比如,嫦娥一号和嫦娥二号的干涉成像光谱仪和CCD立体相机有二三十公斤重,到嫦娥三号任务时,项目要求轻量化,必须减重到1.5公斤。“我们当时心里没底,后来做出来只有650克,大小和人的拳头差不多。”李福说。除了轻量化外,力学、飞行轨道、月面保温、数据回传、远程控制机器人等方面的能力和性能都得到了提高。

### 不提倡加班

杨建峰在团队建设上有一套自己的理念。刚开始参与探月工程那些年,他是出了名的事必躬亲,永远冲在最前面,这种状态一直持续到2010年左右。

“那时,我们团队已经走过了十来年,我觉得不能每件事情都亲历亲为,有时我就故意不去现场。”杨建峰说,“从嫦娥三号开始,我试着让团队成员独立解决一些问题,我不去现场

指挥。实在解决不了,我们再一起讨论。”目前,团队成员以三四十岁的中青年为主,很多人都能独当一面。

负责光学设计的团队成员吕娟觉得,杨建峰对工作的要求可以用“极致”来形容。“对每一件事,杨老师都先想到极致、做到极致。工作上,指标性的东西绝对不能含糊。”

让人意想不到的是,他们有个听起来不可思议的团队文化——不提倡加班。“杨老师要求大家把效率提高,把工作提前规划好。和其他团队相比,平时我们加班不算多。”团队中负责电子学系统研制的葛伟说。在加班几乎已成为科研人员常态的当下,能做到这一点难能可贵,这也从侧面反映出这个团队超强的“战斗力”。

杨建峰团队很看重业余活动。在葛伟眼中,杨建峰是一个挺会生活的人,尤其热爱体育。“杨老师打乒乓球很厉害,现在为了继续提高水平,将多年习惯的直拍转型为横拍,而且转型很成功。这种不管干什么事都很有毅力的精神感染了我们的所有人。”

“我们研究室每天都定时做操、跳绳,体育活动相当丰富。杨老师还自创了一套‘蹬腿’锻炼操,让大家注重身体健康。大家都乐于在这样的氛围下工作。”吕娟说。

在这样张弛有度的氛围下,深空探测团队的人才结构很稳定,新人进入团队后能很快融入,这为团队长期以来保持较高的业务水平奠定了坚实基础。“我们团队基本形成了一种良性循环的‘传帮带’文化,新人能很快成为中坚力量。”杨建峰说。

## 弘扬科学家精神

## 陈嘉庚科学奖获奖代表走进中国银行

本报讯(记者高雅丽)6月26日,“陈嘉庚科学奖走进中行”活动在京举办,2024年度陈嘉庚科学奖和陈嘉庚青年科学奖获奖代表到访中国银行总行大厦。

中国科学院学部工作局局长、陈嘉庚科学奖基金会理事兼秘书长王笃金带队,陈嘉庚数理科学奖获得者、中国科学院院士方忠,陈嘉庚化学科学奖获得者、中国科学院院士赵东元,陈嘉庚信息技术科学奖获得者、中国科学院院士崔铁军,陈嘉庚技术科学奖获得者、中国科学院院士祝世宁等10余位获奖代表出席。中国银行副行长林景臻参加此次交流活动,介绍了中行的发展历程和全球化、综合化特色,以及服务新质生产力发展的有力举措。

2003年,经国务院同意,中国银行和中国科学院共同出资成立陈嘉庚科学奖基金会,设立陈嘉庚科学奖,旨在奖励在中国做出的重大原创性科学技术成果。陈嘉庚青年科学奖于2010年设立,旨在奖励在中国独立做出重要原创性科学技术成果的青年科技人才。

20多年来,中国银行与中国科学院持续支持陈嘉庚科学奖基金会,一同见证了我国科学技术事业的蓬勃发展,助力越来越多基础研究领域科研成果在应用领域获得推广并造福社会。

## 钱学森沙产业理论创建四十周年学术研讨会召开

本报讯日前,钱学森沙产业理论创建四十周年学术研讨会在内蒙古农业大学召开。全国治沙防沙、从事沙产业的150名专家以及内蒙古农业大学的部分师生参会。钱学森之子、上海交通大学钱学森图书馆馆长钱永刚也出席了会议。

中国生物多样性保护与绿色发展基金会名誉理事长、中国科协原副主席刘恕对研讨会的召开表示祝贺。三北工程研究院院长卢琦作了题为《沙漠生态化:防沙治沙的必由之路》的报告。陕西师范大学副校长董治宝作了题为《中国防沙治沙四十年》的报告。

董治宝表示,我们务必充分理解钱老40年前提出的沙产业构想的精髓,重视沙漠的利用和管理;要对沙产业企业家的实践进行认真总结,提高理论高度来认识,走出一条既符合自然规律又符合国情和地情的中国特色防沙治沙道路。要充分认识防沙治沙工作的长期性、艰巨性、反复性和不确定性,进一步提高沙产业的站位。

内蒙古农业大学是此次会议的主办单位之一。据悉,该校一向重视防沙治沙研究,2023年底,该校成立了“钱学森沙产业学院”。(彭静)

## 我国自主设计建造的新一代破冰调查船交付

本报讯(记者朱汉斌 通讯员彭永桂)6月24日,中国船舶集团广船国际有限公司为自然资源部北海局建造的“极地”号破冰调查船在广州南沙交付。该船于2022年11月开工建造,是我国自主设计、建造的新一代极地科学考察船,搭载了多种海洋调查设备,能够承担海冰、三维水体、地球物理、大气等海洋环境的综合观测调查任务。

记者获悉,“极地”号破冰调查船可满足无限航区航行需求,获得PC6极地冰级附加标志,船艏可破冰0.8至1.0米当年度,冬季可航行于我国黄、渤海海域进行冰区海洋环境监测调查并兼领冰区救助,同时具备夏季极地海域科学考察能力。

“极地”号破冰调查船长89.95米、型宽17.8米、型深8.2米,设计航速15节,在1米厚的当年冰区中的破冰航速可达2节。该船总吨位4600吨,续航力为1.4万海里,一次补给可以保障全船60人在海上生活80天。该船采用全回转电力推进系统,并配备槽道式侧推、动力定位系统和减摇系统,在0至最大航速范围内可实现无级变速。



“极地”号破冰调查船在海上试航。

符致冠/摄

## 要重视发展安全又高能的硫锂离子电池

■杨裕生

硫锂离子电池的全称是“以有机高分子硫化物为正极的锂离子电池”。正如以无机物为正极材料的锂离子电池脱胎于锂电池一样,硫锂离子电池是从锂电池发展而来的,目的是为了克服原有电池安全性不高、寿命不长的缺点。与无机正极材料磷酸铁锂、钴酸锂等不同的是,这类有机硫化物不含锂,所以首次中要预置计算量准确的金属锂,既满足电池首次放电的需要,又要实现放电后没有剩余的金属锂。

截至目前,硫锂离子电池的发展还未得到足够的重视。我们希望它能够作为锂离子电池未来发展的方向之一,在发展中发挥优势,拓展最能发挥作用的广阔应用场景。

### 锂离子电池比能量提高的两个研发方向

提高比能量是电池的永恒课题。当然,提高电池比能量必须以“安全第一”为前提,同时考虑成本和寿命。

减少非含能物质的重量是提高电池比能量的常用方法,而最重要的途径是发明比能量高的电池新体系。其中,提高电池电压和电极材料比容量,是提高电池比能量的根本途径。

目前锂离子电池负极物质的比容量已很高,电压也已很低,而颇具潜力的是寻找电位高或比容量高的正极材料。于是,锂离子电池的研究形成了两个方向,一是以提升正极电位为主,二是以提高正极比容量为核心。

第一个方向以三元锂离子电池为代表。其正极材料为镍-钴-锰混合氧化物的锂盐;

提高镍的含量,可以逐步加大充电深度而将更高份额的锂转移到负极,从而提升正极电位,使比容量也相应得到提高。但是,正极电位越高,氧化性越强,在一定条件下会氧化电池中的有机物质,释放出大量化学热,使电池内同时具备燃烧三要素——“燃料-助燃剂-温度”,易导致热失控而造成燃烧,甚至爆炸。

为了解决安全问题,有人提出用全固态电解质替代有机电解质来传导锂离子,即全固态锂离子电池的设想。在笔者看来,这是个值得研究但难度很大的课题。

第二个方向的代表为硫锂离子电池。正极材料选用高比容量的有机硫化物,其储能单元主要为有机硫化物中的硫硫键,也可能含有有机结构中的双键;负极和电解液可使用现有锂离子电池的所有相关材料,负极再加金属锂。此类正极材料的特点是比容量高——大于500毫安时/克,弥补了电位低的不足。电池的比能量高于磷酸铁锂电池而与三元锂离子电池相当,但不会因电池中其他有机物的氧化而产生化学热,所以电池安全性高。同时,电池中不需镍、钴等我国稀缺的元素,所用的碳、氮、硫元素资源无限;既可做储能电池,也可做动力电池,用途广泛;还可不做大的变动用钠或钾替代锂,做成钠离子电池或钾离子电池,它们的比能量虽然比锂离子电池低一些,但资源更丰富。

上述锂离子电池研发的两个方向各有优势和难点,做好了都有发展前景,应该并行不悖,在发展中竞赛,相互促进,最后由市场来裁判。

### 以硫化聚丙烯腈为正极的硫锂离子电池

我们首先于2014年发表文章,以比能量520毫安时/克的硫化碳作为正极材料,验证了硫锂离子电池新思路的可行性,继而于2017年报道了以比能量近700毫安时/克的硫化聚丙烯腈为正极材料的硫锂离子电池新体系。硫锂离子电池目前最被看好的正极材料就是硫化聚丙烯腈。

硫化聚丙烯腈是2002年上海交通大学化学化工学院研究员王久林等首先提出的“导电高分子与硫的复合物”,目的是替代“优缺点两头冒尖”的单质硫用作锂电池的正极材料。20多年来,国内外研究硫化聚丙烯腈者众,发表论文不少,但至今未见用它做成量产的电池。原因可能有四个:一是三元锂离子电池等用于电动车而迅猛发展,先声夺人;二是电池界多熟悉无机化学而较少熟识有机材料;三是从一开始,硫化聚丙烯腈就与金属锂配成锂电池,比能量虽高,但给人留下枝晶导致安全隐患及循环寿命短的印象;四是进口原料聚丙烯腈试剂高达100克3300元,大量采购也要1公斤1万元。

不过,近些年来情况发生了变化。首先,我们提出硫锂离子电池新体系后,硫化聚丙烯腈不必再与金属锂配成锂电池,而是改做锂离子电池,安全性高又高能。

其次,电池“安全第一”的原则逐渐深入人心,开始扭转片面追求高比能量的倾向。高安全性电池日益受到重视。

再次,我们搞清了国产聚丙烯腈原料性能

## 发现·进展

## 中国农业科学院麻类研究所等黄麻纳米纤维涂层实现水果绿色保鲜

本报讯(记者王昊昊 通讯员余旺)近日,中国农业科学院麻类研究所降解材料开发与利用创新团队联合湖南农业大学、华东理工大学、加拿大滑铁卢大学等机构研究人员为制备绿色可降解活性包装材料提供了新策略。他们利用麻类天然生物活性材料,研制出一种黄麻纳米纤维涂层,并成功应用于香蕉和芒果的贮藏,使其保质期增加5天左右,有效延缓了水果的腐败进程。相关成果近日发表于《美国化学会-可持续化学与工程》。

目前,全球有超过8亿人营养不良,但同时有1/3的食物被浪费,主要原因在于流通过程中易腐食品很快就变质。石油基塑料具有优异的阻隔性能和机械性能,是使用最广泛食品包装材料,但塑料污染已严重威胁自然生态系统和人类健康。因此,急需开发更具可持续性且生态友好型的包装材料和材料,以延长易腐食品的保质期。

该研究以4种麻类纤维为原料,通过球磨和高压均质来生产纤维素纳米纤维涂层,并将其应用于香蕉和芒果保鲜。与芦麻、亚麻和苧麻纳米纤维相比,黄麻纳米纤维涂层具有更好的均匀性、更强的氧气和紫外线阻隔性能以及更高的抗氧化活性,可显著延长水果保质期。

该研究无须化学改性或添加剂,利用天然生物活性可降解活性包装材料提供了一种新策略,促进其在食品和农业领域的相关应用。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.4c03117>

## 南方科技大学

## 设计出二氧化碳捕集材料新体系

本报讯(记者刁雯蕙)南方科技大学环境科学与工程学院教授张作泰团队在二氧化碳捕集领域取得新突破,提出了一种新型的胺-载体系统,实现了高效且稳定的二氧化碳捕集,为二氧化碳捕集材料的设计提供了一种新选择。近日,相关成果发表于《自然-通讯》。

碳捕集、利用与封存(CCCU)被认为是减少二氧化碳排放最有效、最现实的短期解决方案。据国际能源署预测,到2050年,CCU技术将累计捕集270亿吨二氧化碳。因此,开发新型的、高效的二氧化碳捕集材料尤为重要。

多孔固体吸附剂因其非腐蚀性和较低的再生能耗成为下一代碳捕集技术研究的前沿。特别是胺功能化吸附剂,由于其对二氧化碳的高选择性和对水蒸气的耐受性,适用于多种二氧化碳捕集场景。然而,这些吸附剂在实际应用中仍面临吸附效率低、循环性能不稳定等问题。

研究团队基于原子级设计,成功合成了一种新型的胺-载体系统。这种独特的设计不仅实现了低再生能量,还展现出优异的循环稳定性、高二氧化碳吸附容量,以及快速吸附动力学,在室温下15分钟即可达到饱和。

此外,研究揭示了胺与载体之间的电子级相互作用,阻止了氨基甲酸酯产物的脱水反应,大幅提高了材料的稳定性。结果表明,这种新型材料在二氧化碳捕集方面具有巨大潜力,为实现低成本、可持续的二氧化碳捕集提供了可行的策略。

该研究不仅为二氧化碳捕集提供了一种新选择,也为未来环境保护和节能领域的研究提供了参考。

相关论文信息:  
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-48994-8>

较差的原因,组织生产的新聚丙烯腈品质与进口产品相同,而价格不到进口产品的1/300,为其大量使用开辟了道路。

最后,镍、钴资源问题凸显,价格受控于人,不用镍、钴的硫锂离子电池更适应中国国情。

### 加强硫锂离子电池的发展力度

硫锂离子电池是新体系,需要继续研究的科学技术课题不少,尤其是新的高比容量正极材料有着广阔的创新天地,而有机化合物变化万千,可能设计出许多新的储能结构。我们特别盼望有机化学家加入并开发出新的优异的有机高分子化合物,通过调控结构提高放电电压、导电性、充放电速率,共同创建“储能高分子”新分支学科。

加强硫锂离子电池发展力度,一要广为宣传,让更多业内人士认识它的优点、前景和我国国情的高度适用性。二要政府相关部门重视硫锂离子电池,将它放到与全固态锂离子电池同样的支持地位。三要提醒电池企业抓住时机及早介入此新技术,为企业的发展注入新生产力。四要现有硫化聚丙烯腈研究者积极转化研究成果,主动与企业合作,实现电池的工业化开发。

我们应该有决心和信心,共同努力,让发源于中国、安全又高能的硫锂离子电池和廉价又长寿的硫化聚丙烯腈的发展始终保持世界领先水平,为国家的现代化建设作出应有贡献。

(作者系中国工程院院士)