

他们在“塑料黄金”里持续挖“宝”

■本报见习记者 江庆龄

冬日的一天工作结束后,来一顿热气腾腾的火锅,无疑是一大乐事。夹上一片牛肚,在锅里涮上 10 秒,放入早已调好蘸料的碗里,然后送入口中,爽脆的口感让人越嚼越香。

受到牛肚天然的蜂窝和褶皱结构的启发,中国科学院宁波材料技术与工程研究所(以下简称宁波材料所)高分子与复合材料实验室芳杂环高分子团队提出了一种多级形貌调控新策略,并开发出具有高电磁屏蔽效能及回弹性的聚酰亚胺/碳纳米管复合气凝胶,进一步拓展了聚酰亚胺材料在高温条件下的应用范围。近日,相关研究成果发表于《先进材料》。

从牛肚获得灵感

“喂喂,我进电梯了,信号不好。”随着电梯门合上,电话那头的声音就会变得断断续续。

其根源是电磁屏蔽。在电梯这一“金属盒子”的隔绝下,手机对外发射的电磁信号被周围金属反射或者吸收,无法传播出去。

听起来,电磁屏蔽令人恼火。但倘若没有它,我们生活的世界会变得一团糟。正如附近房屋装修时的电钻声会干扰音响播放的古典音乐,电子设备运行时,也在向外发射电磁波,碰到附近其他电子设备时,就会互相影响。这时,就需要通过电磁屏蔽技术,把电子设备用无形的“防护罩”保护起来。这样,各类电子设备才能够不受外部电磁“噪声”影响,稳定、正常工作。

然而,在人类足迹向星辰大海延伸

的过程中,各种严苛环境对电磁屏蔽技术提出了新的要求。

研究发现,聚酰亚胺具有耐高温、机械强度和柔韧性等特性,能够应对许多极端和苛刻的环境,因此也被称为“解决问题的能手”。作为绝缘体的聚酰亚胺通过与导电填料“合作”,构筑起电磁防护罩。

“电磁屏蔽的原理,简单来说就是让电磁信号在干扰设备前先耗散掉。”宁波材料所副研究员陈海明介绍,相当一部分耗散发生在界面处,倘若材料内部比表面积足够大,就能解决电磁干扰问题。

团队很自然就想到了内部有很多密密麻麻小隔间的牛肚。“我们想做的,就是类似牛肚结构的气凝胶材料。当电磁信号入射材料后,在密密麻麻的小隔间里‘迷路’,经过四处‘碰壁’,能量就以多种形式耗散掉,不会再跑出去干扰电子设备了。”陈海明说道。

同时,研究团队也希望通过改变材料的内在特征,给这层防护罩再加些耐高温的“防护盾”。

最终找到一个“配方”

思路有了,接下来就是把材料做出来。团队采用了冷冻干燥技术制备气凝胶,前驱体则是水溶性聚酰胺酸盐与碳纳米管的水性分散液。

所谓冷冻干燥技术,就是在低温低压条件下,使被冻结物料中的冰或其他冻结溶剂直接升华为气态,从而获得干燥的多孔材料。这也意味着,体系组成直接影响着最后材料性能,聚酰亚胺分子链结构做成刚性还是柔

性、碳纳米管量加多少合适、水溶液中加多少水……都需要仔细考察验证。

在理论设计的基础上,经过大量实验验证,论文第一作者乔士亚在宁波材料所做博士后研究时通过反复优化实验参数,最终找到了一个“配方”。

他们发现,在聚酰胺酸盐溶液中引入高含量碳纳米管可以增加体系黏度,有效抑制冰晶生长,并在升华过程中产生局部爆破力。由此制备出的聚酰亚胺/碳纳米管复合气凝胶具有独特的三级结构,包括宏观的中心辐射形态、微观类牛肚状褶皱结构及纳米尺度的碳纳米管桥联网络。

“以往合成聚酰亚胺相关材料时,用的是有机溶剂。如果用到碳纳米管,一般只会添加 1%~2%,否则材料会变得特别脆,导致韧性很差。”宁波材料所研究员阎敬灵补充道,“我们使用的是水溶液,不仅环境友好,碳纳米管还可以添加得非常多。比如我们在论文中提到,当体系中碳纳米管的质量百分比为 66.7%时,制备出的材料韧性和回弹性最佳。”

这样的结构也赋予了材料独特的性能。复合气凝胶在经历 500 次压缩循环后,结构稳定性仍保持在 98.2%以上。同时,结合多级孔结构能显著增强电磁波反射特性,材料不仅室温下可实现电磁屏蔽效能,并且在 350℃高温下仍能保持电磁屏蔽效能。

用“老伙计”做出新成果

成本是能否应用的一大重要元素。“我们最开始的想法就是在常规的仪器设备上做一些有意思的工作。”陈海明介绍,

实验中用到的不少设备都是“老伙计”了。

令人惊喜的是,他们利用常规的冷冻干燥设备,发现了一个全新现象。在合成材料时,需要把前驱体放置在冷源上。团队采用的是单一冷源,这也是工业常用的。一般认为,和冷源接触的那一面温度最低,会先结冰。“我们还发现其他 5 个面冰晶也会生长,只是每个面的生长速率存在差异。”陈海明说。

最终,团队验证了“几个表面均向内结晶”这个结论,而这也是该聚酰亚胺材料呈现出中心辐射结构的缘由。

聚酰亚胺被誉为高分子材料金字塔顶端材料,因综合性能优异、价格高昂被称为“塑料黄金”。

“可以说,没有聚酰亚胺就没有今天的微电子技术,包括光刻机、芯片封装、手机等,都离不开聚酰亚胺。”阎敬灵表示,聚酰亚胺种类繁多,目前已商品化的就有上百种,广泛应用于人们的日常生活以及高端仪器设备、航空航天装备中。

但这种常见材料却没那么容易制备,且部分高端聚酰亚胺仍面临许多问题。阎敬灵介绍,目前聚酰亚胺的研究工作主要包括三个部分,即关键材料国产化替代、提升既有聚酰亚胺材料性能、创新合成方法及工艺,以满足新兴产业需求。

截至目前,该团队的研究成果已先后实现产业化,一项热固性聚酰亚胺树脂技术和多项专利已在几年前成功转让。“我们帮助企业建立了一套生产线,年销售额已经达到几千万元。”阎敬灵补充道。

相关论文信息:
<https://doi.org/10.1002/adma.202513423>

集装箱

新技术每年可减排二氧化碳超 120 万吨

本报讯(记者孙丹宁)近日,应用中国科学院大连化学物理研究所(以下简称大连化物所)研究员田志坚、王从新团队开发的加氢异构生产可持续航空燃料及超低凝生物柴油技术,蓝鲸生物能源(浙江)有限公司 50 万吨/年工业化装置实现一次开车成功,产出合格产品。

近年来,田志坚和王从新团队以非食用油脂为原料,开发出性能优异的油脂加氢异构专用催化剂及成套技术。该技术可根据用户需要灵活调整工艺参数,满足全产超低凝生物柴油、可持续航空燃料联产超低凝生物柴油、全产可持续航空燃料三种产品方案。2024 年,该技术完成百吨级中试放大试验,产品各项指标达到国内外相关质量标准。

人工智能开放联盟成立

本报讯(记者陈彬)近日,在广州举行的 2025 高校科技成果交易会上,由清华大学、北京大学、上海交通大学、浙江大学等 17 所大学、8 家科技企业和科研机构共同发起的人工智能开放联盟(以下简称联盟)宣布成立。

联盟将汇集各方力量共同承担国家人工智能重大攻关任务,共同打造基于自主可控技术的人工智能基础设施体系,共同培育人工智能高层次人才、共同推进人工智能技术在教育等领域的应用,共同建设人工智能开源技术社区,致力于成为人工智能创新技术的策源地、人工智能国际合作的重要窗口和推进“人工智能+”行动的战略支点。

联盟将重点围绕引领教育教学

采用该技术,蓝鲸生物能源(浙江)有限公司投资新建 50 万吨/年工业级油脂制生物柴油及可持续航空燃料项目。该项目每年可处理 50 万吨废弃油脂,生产超过 42 万吨包括可持续航空燃料在内的生物燃料,减排二氧化碳超过 120 万吨。项目总投资 22 亿元,已于今年 5 月入选国家发改委绿色低碳先进技术示范项目(第二批)。

今年 1 月起,田志坚和王从新团队开始组织加氢异构催化剂的工业化生产,历时近 5 个月完成了分子筛和催化剂的生产,并全程参与现场装剂和装置开车指导。此次 50 万吨/年装置的成功开车有望为我国生物柴油、可持续航空燃料产业的发展注入强劲动力。

按图索技

国内首台芦笋高速采收机器人亮相

本报讯 近日,在四川省农业科学院坪家科研示范基地,由农业农村部南京农业机械化研究所农业机器人团队主导研发的芦笋高速采收机器人正式亮相。

芦笋被称为“蔬菜之王”,是药食同源的高价值作物,在我国已形成从无到有、部分技术引领国际的产业格局。但长期以来,芦笋采收环节依赖人工操作,人工成本占比超过生产成本 30%,伴随劳动力老龄化加剧和种植面积扩大,采收效率低、成本高成为制约产业规模化发展的突出短板。

针对产业迫切需求,农业机器人团队联合苏州书农科技有限公司、四川省农业科学院经济作物研究所等单位的研究团队开展攻关,成功突破复杂环境高精度导航、精

准视觉识别、多臂高效协同控制等关键核心技术。

据农业机器人团队首席科学家夏先飞研究员介绍,该款机器人实现芦笋识别准确率不低于 95%、定位误差不超过 1 毫米、单臂采收时间不超过 5 秒/根,多臂协同作业时每小时可采收鲜芦笋 2500 根,适配露地与设施多种种植场景,通过模块化设计可拓展至多类果蔬收获作业,真正实现全自主高效采收。

“该机器人有效破解了芦笋人工采收难题,是目前国内外同类产品中较成熟的机型,具备广阔应用前景。”中国园艺学会芦笋分会理事长陈光宇研究员认为这款机器人将为芦笋产业发展提供有力装备支撑。

(李晨)



机器人采收芦笋。

南京农业机械化研究所供图

以智能技术经略江河

重庆市藻渡水库大坝填筑完成

■本报记者 李思辉 通讯员 曾婉婷

从重庆市綦江区赶水镇高处俯瞰,只见一座巨大的 V 字形水泥坝矗立峡谷、截断江河。这是国家重大水利工程——重庆市藻渡水库的建设现场。

经过上千名建设者 800 多个日夜拼搏奋战,12 月 20 日 11 时,重庆市藻渡水库工程大坝填筑至 376.3 米高程,标志着大坝填筑作业全面完成,为 2027 年下闸蓄水、2028 年全面投用奠定了基石。

现场相关负责人告诉《中国科学报》,藻渡水库是国家 172 项节水供水和国务院 150 项重大水利工程之一,批复总投资 101.23 亿元,工程任务以防洪、供水、灌溉为主,兼有水系连通、环境保护及发电等综合利用功能。该项目由重庆市水利局、重庆水务环境集团监督管理,建成二航局参建。

将防洪标准提升至“50 年一遇”

据介绍,将这座巍峨大坝截断的峡谷,承载着上游的波涛。水,从重庆南川金佛山发源的藻渡河,穿越贵州桐梓县狮溪镇、羊磴镇、坡渡镇,蜿蜒百余公里,在重庆綦江区赶水镇与松坎河、洋渡河汇合。而在这汇合之地,史上洪灾多发。

如今,巍巍大坝在此拔地而起,成为守护渝黔两地的重要屏障。

“水库正常蓄水位 375 米,总库容 2.01 亿立方米,建成后可将綦江城区防洪标准由 20 年一遇提高到 50 年一遇,可为綦江区等多地供水约 1.79 亿立方米,解决 300 多万人供水问题,新增和



重庆市藻渡水库建设现场。

中交二航局供图

改善灌溉面积 23.46 万亩,提供年发电量 4494 万千瓦时。”重庆市藻渡水资源开发有限公司执行董事何迎春说。

用“心电图”防控坝体开裂

大坝填筑是水利工程施工中至关重要的一环,直接关乎大坝运营稳定性和安全性。

“我们以数字赋能项目建设,集成应用智能建造平台,形成高效协同智慧生态系统,就像为大坝填筑插上了‘智慧翅膀’。”中交二航局藻渡水库项目常务技术负责人杨钊介绍。

溢洪道施工中运用了大量大体积混凝土,总方量达 10 万立方米,平均

日浇筑方量达 400 立方米,浇筑过程中面临施工结构复杂、浇筑变截面多、混凝土开裂风险高等问题。为此,项目部研发了智能温控系统,温度传感器是这套系统的“心脏”。

通过预埋在混凝土内的传感器,温度数据实时传输到监控平台,取代了传统人工每 4 小时现场测温的模式。杨钊打了个比方:“就像从‘人工把脉’升级到了‘24 小时动态心电图’。”此外,传感器犹如电子哨兵,融入雨水雨情监控系统模块,方圆 10 公里的坝区可实现全天候精准预测与 7 秒应急响应,有效应对防洪度汛险情。

他介绍,除此之外,项目团队研发应用藻渡水库智能化信息系统,集成

多个模块,构建了智慧管理生态。实施智慧物料验收,实现偏差自动预警与全流程追溯。实施智能调度,保障了填筑料运输安全。研发智能灌浆系统,实现灌浆数据 100%自动采集,报表提交效率提升 80%。

让鱼儿“搭乘缆车回家”

修筑大坝,阻断河流,鱼儿如何洄游产卵?设计和施工单位对此有一套“呵护措施”。

“一定要让鱼儿能够洄游。”长江设计集团藻渡水库项目负责人胡清义说。为此,他们投入 5000 余万元,设计了一套仿生型升鱼机系统,助鱼“返乡”。

坝下安排集鱼箱,将鱼儿收纳在一起,提升装置以极慢速度将鱼儿提升至运鱼平台;转入运鱼箱,鱼儿“换乘”缆索越过大坝抵达上游放流码头;鱼儿被转移至活水运输船,船只逆流航行 28 公里,精准地将不同鱼种送回其原有的产卵场或栖息地。……这套“专程护送”升鱼机系统,折射了中国现代水利施工生态遵循。

当前,该水库枢纽工程溢洪道、放空洞及输水工程隧洞、倒虹吸等结构物施工正稳步推进。下一步,项目团队将继续加强施工组织管理,为 2027 年下闸蓄水夯实基础。

藻渡水库建成后,将大幅提升区域防洪能力和水资源保障能力,进一步完善重庆市水利基础设施,为推动成渝地区双城经济圈建设、促进区域高质量发展提供坚实支撑。

全国首单高光谱卫星数据资产确权入表

本报讯(记者沈春蕾)近日,西安中科西光航天科技集团有限公司(以下简称中科西光航天)自主研发的高光谱遥感卫星应用平台数据顺利完成资产确权评估,并作为无形资产纳入企业财务报表,成为全国首单高光谱卫星数据资产入表案例,评估价值约 2700 万元。

该案例已获北京国际大数据交易所、广州数据交易所、陕西丝路数据交易中心等 8 家数据交易机构的资产认证,标志着我国商业航天数据从“资源”向“资产”的转化路径全面打通。

据悉,此次入表的高光谱卫星数据资产依托中科西光航天自主构建的“天-空-地”一体化数据采集体系与全链条技术平台,实现了高空间、高时间、高光谱“三维高分辨率”协同。与普通遥感数据相比,其光谱

波段可达数百个,能够为地表物质赋予“光谱身份证”,在专业领域具备不可替代的行业价值。

在农业领域,高光谱数据可为农作物长势监测、病虫害预警、产量评估、农业保险定损理赔提供精准数据支撑;在环保领域,依托国内首颗商业点源甲烷监测卫星,高光谱卫星数据可实现甲烷排放源精准定位与碳中和能力评估;在矿产资源领域,高光谱数据可助力大规模矿产识别、矿区环境监测与开发风险评估;在防灾减灾领域,高光谱数据可为山火、洪涝、滑坡等灾害监测预警与评估提供关键信息。

未来,随着数据资产化进程的深入与数据要素市场的完善,此类高价值数据资产将在智慧农业、生态保护、城市管理、金融服务等更多领域释放潜力,推动数字经济与实体经济深度融合。

新方法有望激活农业废弃物碳资产价值

本报讯(记者李晨)近日,国内外首个覆盖多种农业废弃物集中处理的温室气体自愿减排(CCER)方法学《温室气体自愿减排项目方法学 农业废弃物集中处理工程》正式发布。

该方法由中国农业科学院农业环境与可持续发展研究所研究员董红敏团队牵头,联合国内专家、企业及审评机构编制,成功破解了畜禽粪污、作物秸秆、尾菜等多元农业废弃物混合资源化利用减排量化的难题,有望激活我国每年约 40 亿吨农业废弃物的碳资产价值,为农业绿色低碳转型注入强劲动力。

此次发布的方法学,首次将畜禽粪污、秸秆、尾菜等混合农业废弃物集中处理工程纳入 CCER 覆盖范围。该方法通过厌氧反应器处理

废弃物,可避免粪污贮存发酵过程中的甲烷等温室气体排放,同时回收沼气的替代化石能源,实现降碳减污协同增效。经测算,当前已建项目年减排潜力可达 300 万至 500 万吨二氧化碳当量。

调研显示,农业废弃物集中处理项目投资大、回报率低,多数项目内部收益率低于行业基准水平,在无限外激励的情况下缺乏市场吸引力。碳减排收益将有效缩短项目回收期。以河南某项目为例,纳入 CCER 后投资回收期可从 10.5 年缩短至 7.2 年,显著提升项目投资积极性。

该方法学要求项目监测数据与全国碳市场管理平台实时联网,42 个核心参数中的 11 个实现在线实时监测,保障交易公信力。