

上海交大王如竹教授 ITEWA 团队提出 MOF 复合材料协同解决方案——

攻克太阳能取水痛点 实现全气候高效产水

本报讯 近日,上海交通大学机械与动力工程学院制冷与低温工程研究所王如竹教授领衔的能源、水与空气创新团队与中山大学张杰鹏教授团队合作,针对太阳能驱动的空气取水技术中存在的夜间吸附与日间解吸热力学失配问题,提出了一种基于协同金属有机框架复合材料的太阳能空气取水解决方案,实现了广气候区域内仅凭太阳能驱动的高效水生产。该项研究成果以《协同金属有机框架基复合材料显著提升气候适应性空气取水的太阳能制水效率》为题发表在《自然·通讯》上。制冷与低温工程研究所博士生邵昭、中山大学博士生冯茜为论文共同第一作者,王如竹教授,中山大学张杰鹏教授、周东东教授为论文通讯作者。

如何高效地从空气中获取饮用水已成为极具社会意义与战略价值的研究方向。在各类水生产技术路线中,基于吸附的空气取水技术因其能适应不同湿度环境且可由低品位太阳能直接驱动而备受关注。然而,该技术的大规模应用仍面临两大核心挑战:一是夜间高湿度吸附窗口未被充分利用;二是受限于传统吸附剂的高解吸温度要求,日间太阳能热源往往难以驱动充分的解吸过程,导致产水效率受限。尽管金属有机框架和吸湿性盐类各有优势,但直接应用材料往往分别存在孔径限制问题或泄漏、团聚等稳定性问题。因此,开发一种兼具高吸附容量、快速动力学且能适应低品位热源驱动的复合吸附剂,并配合高效的热设计的太阳能驱动空气取水系统,是实现广域气候适应性“随时随地”空气取水的关键。

针对现有吸附剂在吸附容量与解吸温度之间的权衡难题,研究团队首先从材料吸附机理入手,构建了主客体协同的复合吸附体系。团队筛选出兼具大孔径(1.18立方厘米/克)及高循环稳定性的金属有机框架材料二氧化铈(BTDD)作为基质,通过优化后的浸渍法引入高吸湿性的氯化锂盐进行负载。氮气吸附与孔径分布分析显示,在优选的30重量百分比氯化锂溶液复合后的复合材料氯化铈@二氧化铈(BTDD)_30孔径从2.20纳米减小至1.66纳米,同时配合X射线粉末衍射、飞行

时间二次离子质谱等不同表征手段综合证明了氯化铈在金属有机框架孔道内表面形成了均匀分布,从而有效避免了盐团聚。不同于二氧化铈(BTDD)材料“S型”吸附等温线,该复合材料呈现出多相的“三阶段”吸附行为:从低温度的化学吸附,到中湿度的盐潮解,再到高温度的溶液吸收,最终实现了相较于纯基质金属有机框架材料,在全湿度域下吸附性能的提升。实验数据显示,该复合材料在30摄氏度、80%相对湿度下的吸水量较高,相当于基质材料二氧化铈(BTDD)相同湿度下吸附量的近4倍,在不同湿度区间内均实现了吸附量与吸附速率的提升。同时,该复合材料对解吸温度要求低,60摄氏度下的低驱动温度即可实现近95%的解吸。高吸附容量与低解吸温度配合大幅降低了对太阳能热源强度的要求,可更好地适应多云等太阳能驱动空气取水系统中常见的不利气候条件,也为全天候高效取水奠定了热力学基础。

优异的材料性能需要匹配高效的系统设计才能转化为实际产水量。针对光热驱动空气取水系统中解吸(需高温)与冷凝(需低温)的热设计需求矛盾,团队使用了一种高度集成的可扩展模块化基于吸附的空气取水装置。该装置采用双层绝热传质板设计,成功在紧凑的空间内实现了吸附床热域与冷凝室冷域的有效解耦与热分区;最终通过削弱吸附床与冷凝壁面间热量传递,同时实现了提升解吸温度与降低冷凝温度的双重目标。凭借装置热设计优化与高性能复合材料结合,装置展现出较好的低光照适应性,即便在400瓦/平方米的弱光照强度下(常见典型夏季正午阳光辐照强度可达1000瓦/平方米或更高),仍能实现超过500克/平方米的产水。同时在各辐射条件下,该装置整体产水量均较未复合氯化铈的二氧化铈(BTDD)系统提升了25%以上,其中在1000瓦/平方米下7小时内每平方米产水超1升,产水体积密度达30.3升/立方米。

为了验证技术在实际场景应用中的普适性,研究团队跨越不同气候区,在上海(湿润亚热带)、济南(大陆性气候)和昆明(冬季亚热带高原)对基于二氧化铈(BTDD)

与氯化铈@二氧化铈(BTDD)_30的装置进行了广泛的户外实地对比测试。测试中未使用风机、制冷系统等冷凝辅助设备,仅凭太阳能光热驱动装置运行。实测结果表明,复合材料系统展现出对实际环境波动的极强适应力。在上海的对比测试中,得益于更低的启动温度,复合材料装置比纯金属有机框架装置提前1小时(上午9:30)就开始产出液态水。在气候较为干燥的济南,这种优势被进一步放大,复合材料系统的产水量较纯金属有机框架系统提升了高达91%。在昆明的冬季实际测试中,即便光热部件驱动温度仅为60摄氏度,装置依然保持了高效的运行状态,证实了其在低温、低辐照等苛刻环境下的运行可靠性。此外,连续多日的循环测试及水质分析证实,该系统在运行中产水量稳定可靠且收集到的水质纯净,离子浓度符合世界卫生组织饮用标准。

研究提出了一种通用的吸湿盐复合与系统优化协同策略,通过将吸湿性盐引入金属有机框架骨架内,成功构建了兼具高吸附容量与低解吸温度特性的复合吸附剂。该策略不仅解决了传统金属有机框架材料再生温度高、能耗大的瓶颈,还通过装置层面的热管理优化,显著提升了太阳能利用效率,同时模块化的设计可以满足未来装置规模化的扩展需求。通过在不同气候区的实地验证,该技术有望在应对全球淡水短缺,特别是针对离网和干旱地区的分散式供水方面发挥作用。未来,随着对复合材料主客体相互作用机制的进一步解析,该策略有望拓展至更多种类的多孔基质与吸湿盐组合,为实现更高效、更低成本的大气水收集提供更多可能性。

研究工作得到了国家自然科学基金和中央高校基本科研业务费专项资金的支持。

王如竹教授领衔的能源、水与空气交叉学科创新团队长期致力于能源、水、空气领域的前沿基础性科学问题与关键技术,通过学科交叉实现“材料—器件—系统”的一体化解决方案,持续推动相关领域取得突破性进展。近年来,团队在《科学》《自然评论·材料》《自然·水》等期刊发表了系列跨学科研究成果。

王阳

仁济医院发表全球首个杂合子家族性高胆固醇血症体内基因治疗临床成果——

一次输注的碱基编辑治疗就能持久降脂

本报讯 (记者 陶婷婷)3月3日,上海交通大学医学院附属仁济医院发表重磅科研成果,中国工程院院士、仁济医院院长夏强领衔的团队,在国际顶尖学术期刊《自然·医学》发表全球首个运用肝脏靶向体内碱基编辑技术治疗杂合子家族性高胆固醇血症的I期临床试验结果。这一研究首次在人体中证实了该基因治疗手段的安全性和有效性,为这一遗传代谢性肝病患者摆脱终身用药负担带来全新希望。

杂合子家族性高胆固醇血症是常见的遗传代谢性肝病,患者因低密度脂蛋白受体(LDLL)基因等突变,肝脏胆固醇代谢功能存在先天缺陷,低密度脂蛋白胆固醇从出生起便持续升高,早发冠心病、心肌梗死等动脉粥样硬化性心血管疾病的风险极高。在此次研究之前,该病仅有终身规律用药这一治疗方式,患者面临着巨大的用药依从性挑战,治疗负担沉重。

为破解这一临床难题,夏强院士团队肝脏外科万平、杨太华项目组,在上海市精准基因编辑与临床技术转化重点实验室、中德基因和细胞治疗研究中心、上海交通大学、尧唐生物等多方支持下,研发出全新的体内基因编辑治疗策略。该策略借助高精度腺嘌呤碱基编辑器,精准沉默肝细胞前蛋白转化酶枯草溶菌素9(PCSK9)基因,同时采用N-乙酰半乳糖胺(GalNAc)修饰的脂质纳米颗粒(LNP)肝脏递送系统,实现基因编辑工具的双通路肝细胞靶向递送。这一独特设计在保留LDL通路的基础上发挥作用,尤其适配存在LDL功能缺陷的杂合子家族性高胆固醇血症患者。

本次临床试验共纳入6例患者,分为0.2、0.4、0.6毫克/千克三个剂量组开展研究,从有效性和安全性两大维度验证了该基因治疗手段的临床价值。有效性数据显示,0.6毫克/千克高剂量组患者在接受治疗后24周,血清PCSK9水平平均降低74.4%,血清低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)水平平均降低52.3%,且降脂疗效持续稳定。安全性方面,临床试验中未发生3级及以上不良事件,也无患者因不良事件退出研究。患者出现的最常见不良反应为发热、肌痛等输注相关反应,均可在24小时内自行缓解;部分患者出现的转氨酶一过性升高,通常在短期内恢复正常。此外,研究团队通过多维度技术全面评估脱靶风险,未检测到DNA或RNA水平的脱靶编辑,证实了该治疗手段的精准性。

该研究论文的共同第一作者为仁济医院肝脏外科副主任医师万平,博士后汤思源、林冬妮,博士生龙孜及上海交通大学教授陆钰明;中国工程院院士、仁济医院院长夏强,肝脏外科住院医师、副研究员杨太华,华东师范大学教授吴宇轩,尧唐生物王子君博士为共同通讯作者。该研究得到了四大慢病国家科技重大专项、国家自然科学基金卓越研究群体A类项目的资助。

此次研究取得的成果,实现了杂合子家族性高胆固醇血症治疗的重要突破:患者仅需单次静脉输注该基因编辑药物,即可实现长期稳定降脂,其疗效与现有PCSK9单抗相当,却无需终身规律用药,从根本上解决了传统疗法的依从性难题。

夏强表示,家族性高胆固醇血症患者的终身服药需求带来了沉重的治疗负担;而此次研究首次证明,一次静脉输注的碱基编辑治疗就能实现持久降脂,为患者减轻用药负担、实现疾病的长期控制带来了新希望。据介绍,研究团队将对参与临床试验的患者开展长达15年的长期随访,持续监测治疗效果;同时还将进一步优化脂质纳米颗粒配方,力求提升治疗的临床获益,推动这一创新疗法向更成熟的临床应用阶段迈进。

建国家技能需求“导航仪” 促教育人才产业精准对接

(上接01版)

“没有任何一种技能情报可以充分把握并全面解释劳动力市场需求与技能发展的趋势。”袁雯认为,这正是要必须建立“多方采集、统一共享、相互印证、全方位分析”需求信息平台的主要原因。她建议由人社、统计、教育、工信等部门共同出台相关文件,以国家制度方式明确劳动力市场技能需求信息采集的各方责任和共享

规则,保障该项调查持续进行,最终成为国家人力资源的宝贵数据库。

袁雯最后强调,在推进中国式现代化的进程中,构建一个灵敏、精准、权威的国家劳动力市场技能需求信息采集系统,不仅是落实《教育强国建设规划纲要》的具体举措,更是高等教育改革的“导航仪”和建设人才强国、实现人力资源深度开发的战略性基石。

本版责任编辑 王阳



近日,上海地铁1号线彭浦新村站因车站周边樱花盛放,一跃成为市民争相打卡的“樱花车站”。彭浦新村站3、4号口外的上下通道被早樱染成粉色长廊,映衬着地铁站标识,独有的浪漫吸引了不少市民留影。 季俊辉 文/图

共瞻尖端科技突破 叩问未来时代命题

2026复旦大学管理学院新年论坛举行

本报讯 (记者 吴孜婷)2026年是“十五五”规划开局之年。3月1日,2026复旦大学管理学院新年论坛在政立院区举行,多位科学家齐聚一堂,共论前沿科技突破,共议时代发展变革,推动科创与管理学深度融合、思想碰撞。

周俭:突破禁区,在创新中前行

中国科学院院士、复旦大学附属中山医院院长周俭以《从肝癌防治到临床研究成果转化赋能医院高质量发展》为题作主旨演讲。作为肝癌外科领域的开拓者,他领衔革新高难度“二步肝切除术”,在双供肝移植、废弃肝移植等前沿领域屡创“世界第一”,并牵头制定肝癌诊疗规范,推动“中国方案”成为全球标准。

周俭介绍了复旦大学附属中山医院的建设发展沿革与科技成果转化和肝癌防治领域的重大突破与创新成果:上世纪60年代研制埋藏式人工心脏室传导起搏器,上世纪70年代完成低温无血切肝手术,此后在肝癌模型、器官移植、微创机器人手术等领域接连实现国内乃至国际首例突破。近年来,医院大力推进临床研究数字化转型,搭建临床试验一体化平台、临床研究管理系统、电子数据采集平台,建成大数据与人工智能中心,构建起支撑高质量临床研究的大科学平台体系。同时,医院创新建立“医学科创专家”评估晋升机制,将知识产权授权与转化纳入医务人员考核评价,极大激发全院创新活力。医院是唯一入选2022年全球生物医药发明专利TOP100的中国医院;2023—2025年累计申请专利2800余项,授权近1300项,成功转化330项,2025年专利转化签约金额达2.25亿元,创历史新高。

未来,医院将规划建设国家高性能医疗器械研究院、医工智创联合创新基地等国家级平台,院内布局六大概念验证中心,持续强化医学创新策源能力。在肝癌防治上,中山医院构建预防、早诊、治疗全链条体系,首创“废肝再利用”技术,攻克不可切除肝癌难题,研发全球首个0.5厘米肝癌早期诊断试剂盒,一系列关键技术形成可复制、可推广的“中国方案”,为全球肝癌防治贡献重要力量。

吴宜灿:以制度创新支撑科技创新

中国科学院院士、国际核能院院士、凤麟核创始人吴宜灿在《科技创新模式与核科技产业创新实践》演讲中指出,我国科技成果转化当前仍面临创新链、产业链、资金链、人才链联动不畅、内生动力不足、复合型人才短缺、科技金融与耐心资本支撑不够等痛点。他建议,以政策协同联动与落地举措双轮驱动,突破传统科研思维,主动对接市场规则,推动制度体系系统性变革,为成果转化清障提速。

吴宜灿表示,核工业是国家安全重要基石,我国中子与核技术应用仍存在“卡脖子”环节。他呼吁以制度创新支撑科技创新,汇聚多方力量,推动我国核科技产业实现更高水平自立自强,加快从跟跑、并跑向领跑跨越。

田梅:推动从靶点发现到新药研发的全链条创新

复旦大学人类表型组研究院院长田梅教授围绕《从基因组到表型组,核医学与分子影像的新机遇》展开分享。作为世界分子影像学会主席,她创新核医学与分子影像诊断方法,系统解析表型组复杂关联,深度参与国家级大科学计划,在国际舞台为中国赢得重要学术话语权。

田梅指出,人类表型组是后基因组时代的战略制高点与原始创新源泉,有望补齐生命科学逻辑链条的关键一环,实现生命科学研究从“关联猜测”向“因果推演”的范式升级。核医学作为精准医学的重要支撑,正与人工智能、分子影像、生物信息深度融合,推动从靶点发现到新药研发的全链条创新,助力构建“基因—环境—表型”一体化研究新体系。

复旦大学管理学院相关负责人表示,科创时代带来的不仅是技术突破,更是产业与社会的深层变革。人工智能时代下,管理学边界持续拓展,研究对象从人与生产延伸至“万物互联”。人类需以理性与灵性驾驭技术,坚守伦理底线,强化协同共识,让科技真正服务于人类社会高质量、可持续发展。

本报讯 (记者 陶婷婷)2025年4月,国家儿童医学中心、上海交通大学医学院附属上海儿童医学中心携手福建省儿童医院、神舟医疗科技股份有限公司,联合发布全国首个儿童青少年肥胖大模型“福星”。该模型依托大语言模型智能交互体系,融合儿童青少年肥胖规范诊疗标准与上海儿童医学中心10余年多学科临床经验,构建起“智能评估—个性方案—家庭执行—循证验证”的全流程闭环体系,为家庭和医疗机构提供多场景的肥胖健康深度咨询服务,填补了儿童青少年肥胖领域智能诊疗的行业空白。

历经8个月的持续优化升级,“福星”大模型的功能体系实现全方位完善,家庭端与医生端的服务能力双双提升,让儿童青少年肥胖管理更高效、更专业、更具趣味性。

在家庭端,“福星”打造了一站式肥胖健康管理服务体系,不仅实现肥胖就诊预约问诊智能问答,还能对肥胖儿童青少年建立结构化健康档案,并同步至医生端,助力家庭高效就诊、医生快速制定减重方案;同时,平台搭建的智能交互功能与多媒体科普库,让家庭可随时学习健康知识,提升健康素养,夯实日常健康行为基础。此外,健康可视展板可实时反馈体重、血脂等体重健康管理关键指标,清晰展现减重进展;减重日历会记录家庭每日的管理行动,并生成实时智能分析报告,为家庭调整管理方式提供参考;创新的游戏化奖励机制,更让枯燥的体重健康管理变得趣味十足,充分调动家庭参与的积极性。

医生端的智能辅助诊疗能力也迎来全面升级,为临床诊疗提供强力支撑。“福星”可向家庭端输出个性化营养处方、运动处方,以及药物、手术等针对性减重方案,并同步推送诊疗服务报告;同时能持续追踪儿童肥胖管理关键指标,数据实时接入RCT(随机对照试验)平台,助力医生态态优化减重方案,实现精准诊疗。此外,模型搭载的智能查询功能,可让医生随时获取肥胖领域最新指南和研究进展,智能问答功能为医疗决策提供科学参考;其标准化的诊疗模式可面向全国推广,还能根据不同医疗机构的实际需求,因地制宜设计专属诊疗流程,推动儿童青少年肥胖诊疗的规范化、同质化发展。

值得关注的是,依托“福星”大模型打造的全国首个儿童青少年肥胖智能体RCT验证研究项目目前已启动。该项目的推进,将进一步验证智能体在儿童青少年肥胖管理中的有效性和科学性,为儿童青少年肥胖智能诊疗的发展提供更多循证依据。

同济大学规划团队成功“出海”——

深度参与越南河内城市总体规划编制

本报讯 (记者 吴孜婷 通讯员 黄艾婷)近日,越南《河内首都城市总体规划(百年愿景)》咨审合同签约仪式在越南河内建筑规划厅举行,越南河内市人民委员会与包括上海同济城市规划设计研究院有限公司(简称“同济规划院”)在内的国际咨询联合体签约。此次同济规划院作为核心咨询单位参与其中,标志着中国规划“出海”、“服务”“一带一路”建设迈出坚实一步。据悉,同济规划院驻河内技术团队已全面投入规划编制工作,正按照河内市政府统一部署紧锣密鼓地推进。

相关负责人介绍,此次河内总体规划咨询的签约,实现了“十五五”开门红。此前,同济规划院深度参与了上海及全国多项重大战略规划,拥有覆盖宏观战略至社区更新的全尺度专业能力,并积极通过国际合作推动中国城镇化经验的国际共享。规划院将以此次签约为契机,把握机遇,高质量完成规划编制,为促进越南城市建设发展贡献同济规划、中国规划的智慧 and 力量。

此次签约前,越南河内市人民委员会常务副主席杨德俊率团访问同济规划院,双方举行工作座谈并签署合作备忘录(MOU),推进双边合作。

柯律师您好：

我司是一家新能源电池生产企业,近期计划与国外机构合作开展联合研发,涉及电池材料的开发合作、工艺参数等核心商业秘密的跨境共享。请问,商业秘密跨境共享是否涉及数据出境合规问题?应如何设计合作方案以降低泄密与合规风险?

范先生

范先生：

您好,来信收悉。您所提问题涉及商业秘密保护与数据出境监管的交叉领域,是企业国际化研发合作中必须审慎处理的关键环节。现结合《反不正当竞争法》《数据安全法》《个人信息保护法》及出口管制相关规定,回复如下：

首先,需明确商业秘密的法律属性。商业秘密属于企业的核心无形资产,受《反不正当竞争法》保护。若相关配方、工艺数据同时构成“重要数据”或“个人信息”,则还需遵守《数据安全法》《个人信息保护法》关于数据出境安全评估、标准合同、认证等要求。建议贵司首先对拟共享数据进行分类分级评估,判断其是否属于重要数据或敏感个人信息,以确定是否触发数据出境监管程序。

其次,关于商业秘密跨境共享的合规要点:一是与合作方签订严格的保密协议,明确共享范围、使用限制、返还或销毁义务及违约责任;二是采用最小必要原则,仅共享研发所必需的数据,避免核心配方全量披露;三是建立技术保护措施,如数据脱敏、加密传输、访问留痕等;四是如涉及数据出境,需依法履行安全评估、备案或标准合同签署等程序;五是关注出口管制清单,若相关技术属于“两用物项”或“关键技术”,可能需申请出口许可。

最后,建议贵司建立健全商业秘密内部管理制度,包括人员培训、权限控制、泄密应急响应等,从源头降低风险。跨境研发合作是技术创新的重要路径,但唯有以合规为基石,方能实现安全与发展的双赢。

北京大成(上海)律师事务所
刘峰 律师

扬法律服务之帆
护科创奋楫之航