



中国制冷简报

2026 年第1期 总第137期

广告

CR 中国制冷展 2026
CHINA REFRIGERATION

CRH 2026

制冷·空调·暖通
HVAC&R



第三十七届国际制冷、空调、供暖、通风 及食品冷冻加工展览会

THE 37TH INTERNATIONAL EXHIBITION FOR REFRIGERATION,
AIR-CONDITIONING, HEATING AND VENTILATION, FROZEN FOOD
PROCESSING, PACKAGING AND STORAGE

2026 年 4 月 8 日至 10 日

APR 8-10, 2026

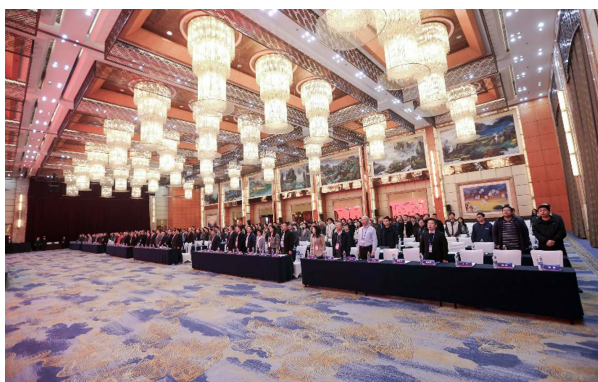
北京·首都国际会展中心

Beijing · Capital International Exhibition & Convention Center

目录 CONTENTS

学会动态

01. 2025中国制冷学会学术年会在长沙召开



03. 关于对2025年度《中国制冷学会科学技术奖》获奖项目及有关人员表彰奖励的决定

05. 中国氢液化、储运技术及应用发展研究报告（2025）发布会成功召开

06. 2025年《制冷学报》编辑工作委员会会议在长沙召开

06. 2025年《制冷学报》优秀论文评选结果

07. 中国制冷学会新增会员名单

地方学会动态

08. 2025第三届华东地区制冷（空调）技术交流会在上海成功举办

09. 智慧供热（冷）与储能技术发展论坛在河北建筑工程学院成功举办

会议通知

09. 中国制冷学会2026年活动计划表

12. 2026中国制冷学会（单位）会员大会第一轮通知

12. 2026年家居环境技术创新大会第一轮通知

13. 关于编写《工业制冷供热：场景需求与技术装备》并公开征集相关案例资料的通知

政策法规

14. 国家能源局发布《关于推进煤炭与新能源融合发展的指导意见》

15. 国家发展改革委 国家能源局关于促进新能源消纳和调控的指导意见

科技前沿

18. 东华大学肖鑫副教授课题组在兼具高性能、舒适度与绿色制造的智能调温织物研究中取得新进展

20. 郑州大学申长雨院士/刘春太教授团队联合华中科技大学陶光明教授团队在Nature Communications发表最新研究

23. 香港城市大学吴伟教授团队与南京大学朱嘉教授团队合作，在Nature Communications发表最新成果

nature communications



Article

<https://doi.org/10.1038/s41467-025-66053-8>

Multi-stage power-to-water battery synergizes flexible energy storage and efficient atmospheric water harvesting

Received: 15 April 2025

Haosheng Lin^{1,2,7}, Yan Song^{3,4,7}, Zhixiong Ding¹, Yunren Su¹, Zengguang Su¹,
Fuxiang Li¹, Jia Zhu⁵ & Wei Wu^{1,2}

Accepted: 27 October 2025

专题报道

29. 绝对零度为啥是-273.15℃？还有零有整的？





行业动态

33. “第二届冷风机产品技术和标准研讨会”在郑州召开



《中国制冷简报》着重介绍中国制冷、空调、供暖、通风及相关领域的各类信息，旨在推动科技创新，推广应用技术，报道行业动态，促进业内交流，为我国制冷事业的发展服务，为学术及技术交流服务，为培养专业人才服务。

主办单位：中国制冷学会

主 编：常 琳

副 主 编：范 薇

责任编辑：邵月月

编辑部主任：范 薇

编辑部副主任：王亚薇 田 甜 邵月月

通 讯 员：陈 晨 陈筑平 戴娜丹 窦克松 黄浩良 江 山
金国涛 李 朋 李 雯 李锡石 李宥庭 刘国祥
刘 卓 马 琪 彭园媛 施乃蓉 宋佳宁 隋继学
孙亚娟 孙志利 谈 筠 唐 棣 王保锋 王柯增
王立群 王 派 王若虚 王晓童 王 怡 吴丽婷
肖 伦 严文婷 杨永安 张志强 赵春晨 赵中齐
郑戈雅 郑 微 邹培培

企业纵览

33. 美的威灵汽车部件墨西哥基地首台产品下线



34. 汇聚全球智慧，赋能暖通发展——第23届MDV设计大赛圆满落幕

编辑部联系方式

地址：北京市海淀区阜成路67号
银都大厦10层

邮编：100142

电话：010-68463224

传真：010-68434679

邮箱：wfan@car.org.cn



广告索引

封面 2026年中国制冷展

封底 公益广告

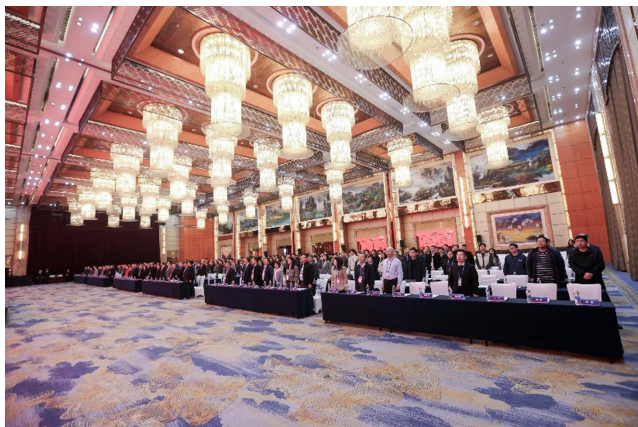
封三 2026年《制冷学报》订阅

插页 《制冷学报》《中国制冷简报》广告征集启事

版权声明：凡本刊发表的文章、图片，未经本刊允许不得转载。经本刊同意授权刊登，应注明出处，向本刊编辑部及作者邮寄样刊，并向作者寄发稿酬。

2025中国制冷学会学术年会在长沙召开

2025年12月9—12日，由中国制冷学会主办，国家节能环保制冷设备工程技术研究中心、湖南省制冷学会、中南大学、湖南大学协办的“2025中国制冷学会学术年会”在长沙召开。中国制冷学会理事长何雅玲教授、中国制冷学会名誉理事长江亿教授、中国制冷学会名誉理事长金嘉玮教授、英国皇家工程院院士赵旭东教授、韩国科学技术翰林院院士Yong Tae KANG教授、佐贺大学Akio Miyara教授、法国国家科研中心特级主任罗灵爱研究员、湖南省科学技术协会周后德副主席、中国制冷学会副理事长兼秘书长李晓虎教授、中国制冷学会副理事长王如竹教授、中国制冷学会副理事长李先庭教授、中国制冷学会副理事长公茂琼研究员、中国制冷学会副理事长赵宝国总裁、联合国UNDP项目官员刘世俊女士、湖南省制冷学会廖胜明理事长等知名专家学者，以及来自各高校、科研院所、企业的1200余位代表参会。



会议现场

开幕式

中国制冷学会理事长何雅玲教授为本届年会致开幕辞，湖南省科学技术协会周后德副主席、湖南省制冷学会廖胜明理事长致贺辞。

何雅玲理事长在致辞中表示：面向未来，行业的高质量发展仍需聚焦三个关键方向。第一，坚持创新驱动。持续攻关高效压缩机、低碳制冷剂核心技术，突破“卡脖子”环节，保障产业链、供应链安全。第二，践行绿色发展。在产品的设计、生产到回收的全生命周期中，落实节能减排要求，推动行业绿色转型。第三，深化开放合作。产学研用各方应加强沟通，建立长效合作机制；在国际合作中主动对接国际规则，推动中国方案走向世界。



中国制冷学会理事长何雅玲教授致开幕辞



湖南省科学技术协会周后德副主席致贺辞



湖南省制冷学会廖胜明理事长致贺辞

开幕式期间，由中国制冷学会科学技术奖奖励委员会主任委员何雅玲教授宣读了第十二届（2025年度）中国制冷学会科学技术奖获奖项目及有关人员表彰奖励的决定。按照《中国制冷学会科学技术奖奖励条例》的规定，经推荐申报、形式审查、专业初评、复评及网上公示，无异议。评选出第十二届中国制冷学会科学技术奖技术发明奖一等奖1项；技术进步奖一等奖5项，二等奖7项；青年奖3人。

主题论坛

主题论坛（一）由中国制冷学会副理事长、上海交通大学王如竹讲席教授，中国制冷学会副理事长、国际制冷学会科技理事会副主席兼E学部主席、清华大学李先庭教授共同主持。中国制冷学会名誉理事长、清华大学江亿教授，韩国科学技术翰林院院士、高丽大学Yong Tae KANG教授，日本冷冻空调学会荣誉会员、佐贺大学Akio Miyara教授，法国国家科研中心罗

灵爱特级主任研究员分别以“广义换热器”“Sorption thermal battery and CO₂ capture-integrated ERV system for plus energy building applications”“Development of Air-Conditioning Technologies for Next-Generation Refrigerants in Japan”“Energy efficiency optimization by multi-scale approach”为题作报告。

主题论坛（二）由英国皇家工程院院士、哈尔滨工业大学（深圳）赵旭东教授，中国制冷学会常务理事、中国科学院理化技术研究所罗二仓研究员共同主持。中国制冷学会副理事长、上海交通大学王如竹讲席教授，帝国理工学院Christos N. Markides教授，中国科学院工程热物理研究所所长陈海生研究员，中国科学院理化技术研究所副所长、低温科学与技术全国重点实验室主任高波正高级工程师，中国制冷学会常务理事、东南大学张小松首席教授，湖南大学机械与运载工程学院执行院长冯凯教授，北京理工大学沈俊教授，浙江大学谭刚讲席教授分别以“绿色能源热泵装备研发与应用”“Rational heat decarbonisation within a national net-zero strategy: A UK perspective”“中国储能技术与产业最新进展与展望”“低温科技关键核心技术攻关进展”“中低温热力电池（热泵储电）的实验研究与探索”“中国气浮产业的发展历程和展望”“低温制冷与国际月球科研站”“缓解城市热岛效应的光热动态调控与太阳光谱协同利用研究”为题作报告。

主题论坛（三）由湖南省制冷学会理事长、中南大学廖胜明教授，湖南省制冷学会常务理事、青年委员会主任、湖南大学陈毅兴教授共同主持。清华大学建筑学院王欢助理研究员，冰山冷热科技股份有限公司工程技术部部长冷志勇高级工程师，冰轮环境技术股份有限公司徐树伍副总工，浙江大学邱利民教授，西安交通大学宋昱龙副教授分别以“建筑环境空气流动仿真关键技术及其应用（科学技术进步奖一等奖）”“特种深冷风洞环境系统技术研究（科学技术进步奖一等奖）”“多品类大温升工业热泵关键部件及系统集成技术（科学技术进步奖一等奖）”“大规模高效低温空气分离关键技术及其应用（科学技术进步奖一等奖）”“高铁等轨道车辆与商用车CO₂热管理系统多尺度协同增效关键技术研发及应用（技术发明奖一等奖）”为题作报告。

分论坛

年会共设高温热泵、数据中心（智算中心）冷却技术、压缩机技术与系统、AI用能、低碳建筑智慧能源、跨季节储热与零碳供热、强化换热及换热器技术、无油压缩技术与系统、制冷剂替代路线及技术研究、多能互补节能技术、储能系统与设备、CO₂制冷技术、换

热器技术等32个分论坛。此外，还设有55个张贴报告。



分论坛现场

此外，年会期间还举办了三项重要活动：一是颁发第十二届（2025年度）中国制冷学会科学技术奖；该奖项旨在表彰在制冷领域技术创新、成果转化、节能减排等方面做出突出贡献的单位与个人，激励行业不断攀登科技高峰。二是授予中国制冷学会资深会员称号；为表彰长期投身行业、为学会发展做出重要贡献的资深专家，学会隆重颁发资深会员证书，弘扬行业精神，树立榜样力量。三是召开多场工作会议；包括工作委员会换届会议等，围绕学科建设、标准规范、人才培养等议题进行深入研讨，为学会长远发展凝聚共识。

中国制冷学会学术年会是中国制冷学会主办的系列学术会议。2025年恰逢中国制冷学会学术年会创办20周年。回顾这20年，中国制冷空调行业走过了一段不平凡的发展历程。从2005年首届学术年会召开时，行业对关键技术“受制于人”的焦虑，到如今在高效压缩机、低碳制冷剂、智能控制系统等领域实现从“跟跑”到“并跑”，并在部分领域达到“领跑”的跨越，这一历程凝聚了无数科技工作者的心血、企业家的担当以及政策制定者的远见。过去20年的发展历程证明，中国制冷空调行业有能力也有信心应对挑战、把握机遇。学会将以此次年会为新的起点，凝聚共识、务实行动，共同推动制冷行业迈向更高质量的发展阶段！

附表：中国制冷学会资深会员名单

序号	姓名	工作单位
1	公茂琼	中国科学院理化技术研究所
2	邢子文	西安交通大学能源与动力工程学院
3	张 华	上海理工大学
4	张 旭	同济大学机械与能源工程学院
5	潘云钢	中国建筑设计研究院有限公司
6	廖胜明	中南大学

（赵国君 供稿）

关于对 2025 年度《中国制冷学会科学技术奖》获奖项目及有关人员表彰奖励的决定

按照《中国制冷学会科学技术奖奖励条例》（2023年修订）的规定，经推荐申报、形式审查、专业初评、复评及网上公示，无异议。评选出第十二届中国制冷学会科学技术奖技术发明奖一等奖1项；技术进步奖一等奖5项，二等奖7项；青年奖3人。

现对“建筑环境空气流动仿真关键技术及其应用”、“特种深冷风洞纯化环境系统关键技术研发及示范应用”等13项项目，东南大学赵东亮等3位同志给予表彰奖励。具体奖励项目详见附表。

附表：第十二届（2025年度）中国制冷学会科学技术奖奖励项目名单

第十二届中国制冷学会技术发明奖				
编号	项目名称	完成单位	完成人	授奖等级
1	高铁等轨道车辆与商用车 CO ₂ 热管理系统多尺度协同增效关键技术研发及应用	西安交通大学、中车大连机车研究所有限公司、宇通客车股份有限公司、西安庆安制冷设备股份有限公司	曹锋、宋昱龙、殷翔、白刚、王熙熙、孙民	一等奖

第十二届中国制冷学会科学技术进步奖				
编号	项目名称	完成单位	完成人	授奖等级
1	建筑环境空气流动仿真关键技术及其应用	清华大学、天津大学、世源科技工程有限公司、中建三局第一建设工程有限公司、京东方科技集团股份有限公司、长鑫集电（北京）存储技术有限公司	李先庭、刘素梅、赵彬、王欢、阎冬、邵晓亮、刘俊杰、陈玖玖、黄宗华、马晓钧、李晓峰、李彦、梁超、杨楚鹏、张群	一等奖
2	特种深冷风洞纯化环境系统关键技术研发及示范应用	冰山冷热科技股份有限公司、中国空气动力研究与发展中心高速空气动力研究所、西安交通大学	杨富华、方亮、周小强、云长江、畅云峰、冷志勇、洪兴福、刘立瑶、王颖、赵振波、廖明、李宇辰、倪泉军、孙道鹏	一等奖
3	大规模高效低温空气分离关键技术及其应用	浙江大学、杭氧集团股份有限公司、上海交通大学	邱利民、韩一松、张小斌、谭芳、植晓琴、郑达海、包士然、彭旭东、朱少龙、钱吉庆、王凯、徐祖华、黄永华、王凯、方松	一等奖
4	新能源汽车智能低碳热管理关键技术及产业化应用	浙江三花汽车零部件有限公司、中国科学院理化技术研究所、蔚来控股有限公司、杭州三花研究院有限公司、浙江大学	张荣荣、邹慧明、史初良、尹斌、邹江、唐明生、文保平、鲍俊峰、熊树生、徐勇、谭永翔、吕钢、王磊	一等奖
5	多品类大温升工业热泵关键部件及系统集成技术	冰轮环境技术股份有限公司、西安交通大学、西安交通大学苏州研究院、山东冰轮海卓氢能技术研究院有限公司、山东盟泰环境技术创新中心有限公司	徐树伍、王闯、陈文卿、韩献军、邢子文、刘昌丰、周明龙、杨永才、李彦澎、吴华根、张会明、何志龙、李永泽、剧成成、于家伟	一等奖

第十二届中国制冷学会科学技术进步奖

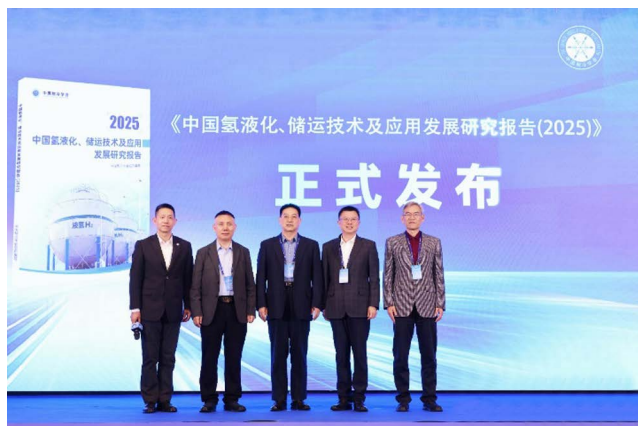
编号	项目名称	完成单位	完成人	授奖等级
6	高效热泵系统多末端集成适配关键技术研究及产业化	广东美的制冷设备有限公司、上海交通大学、美的集团武汉制冷设备有限公司、广东美芝精密制造有限公司	雷俊杰、黄志刚、黎顺全、丁国良、李健锋、章文凯、晏璐、李鸿耀、马阅新、梁自强	二等奖
7	动态性能驱动的制冷系统压缩机-管路数智化协同设计优化关键技术	合肥工业大学、格力电器（合肥）有限公司、海信（广东）空调器有限公司、广东美芝制冷设备有限公司、中国科学院合肥物质科学院	卢剑伟、李敏、唐金、陈俊霖、孙玉香、任远凯、陈爱民、汪军求、黎长源、覃静沂	二等奖
8	高效制冷空调机房系统关键技术及应用	上海交通大学、江苏风神空调集团股份有限公司、上海海事大学、南京福加自动化科技有限公司、南京天加环境科技有限公司、宁波市轨道交通集团有限公司智慧运营分公司、上海理工大学	谷波、田镇、韩华、许婧煊、陆辉、李新美、吴小泉、毛磊、林浩、王海荣	二等奖
9	房间空调器能效提升与舒适协同的节能控制关键技术研究及产业化	海信空调有限公司、浙江大学、清华大学、海信（广东）空调有限公司	别清峰、徐象国、王军、曹彬、张素珍、殷显鑫、张然、陈守海、胡铭菲、李永彬	二等奖
10	数据中心冷板式液冷全链路关键技术研究与应用	中国移动通信集团设计院有限公司、北京大学、海光信息技术股份有限公司、深圳市英维克科技股份有限公司、中移动信息技术有限公司、中国移动通信集团内蒙古有限公司	刘洪、罗海亮、吴宏杰、杨荣贵、李印、钱晓峰、黄强、张春、李程贵、李金峰	二等奖
11	寒地低碳建筑多能互补一体化技术及应用	哈尔滨商业大学、哈尔滨工业大学	宁浩然、孙颖、徐莹、钱剑峰、杨晓庄、邱泽国、公绪金、张承虎、吴华新、李立	二等奖
12	宽温域专业造雪装备成套技术	北京建筑大学、华商国际工程有限公司、西安交通大学、上海理工大学、中国科学院理化技术研究所、珠海格力精密模具有限公司、北京卡宾滑雪体育发展股份有限公司	徐荣吉、张华、吴海峰、王瑞祥、孙天慧、晏刚、杨俊玲、张鸿俊、陈明星、孙承华	二等奖

第十二届中国制冷学会科学技术青年奖

编号	申报人	所在单位	职称
1	单联瑜	小米智能家电（武汉）有限公司	正高级工程师
2	罗海亮	中国移动通信集团设计院有限公司	正高级工程师
3	赵东亮	东南大学	教授

(赵全华 供稿)

中国氢液化、储运技术及应用发展研究报告（2025） 发布会成功召开



2025年11月27日，《中国氢液化、储运技术及应用发展研究报告（2025）》发布会在第十七届全国低温工程大会期间成功召开。发布会由中国制冷学会副秘书长荆华乾主持，主编罗二仓研究员，副主编厉彦忠教授、邱利民教授、公茂琼研究员共同发布该报告。

在全球积极应对气候变化、推动绿色发展的浪潮中，氢能作为实现“双碳”目标的关键路径，正展现出巨大的潜力和价值。它不仅能替代化石能源，有效减少碳排放，更能破解可再生能源时空错配的难题，推动能源结构向清洁低碳方向加速转型。在我国，氢能产业已构建起完整的产业链，全面覆盖制氢、储运、应用等各个环节。其中，液氢技术凭借其极高的质量能量密度以及大规模长时储存等独特优势，脱颖而出，成为长距离氢能输送和跨季节储能的最优方案之一。

为了推动我国氢液化、储运及应用领域的发展，中国制冷学会于2022年成立了“氢液化、储运及应用技术工作组”，邀请中国科学院理化技术研究所罗二仓研究员担任主任。工作组自成立以来，始终致力于搭建学术交流与产业发展的优质平台，全力推动我国在该领域的学科、技术以及产业不断进步。

在罗二仓研究员的带领下，工作组积极作为。2023年，共邀请了60余位专家，精心编写并发布了《中国氢液化、储运技术及应用蓝皮书发展研究报告（2023）》，并在第十六届全国低温工程大会期间完成了报告的首次亮相。随着产业的持续发展，2025年工作组再次发力，邀请了近100位专家，共同编写了《中国氢液化、储运技术及应用蓝皮书发展研究报告（2025）》。

相较于2023版，2025版报告实现了根本性的突破，它清晰地记录了产业从“技术攻关和实验室示范”阶段成功迈入“工程化验证和商业化示范”新阶段的重要历程。具体体现在以下三个层面：

1. 技术层面：从“样机研制”升级到“工程验证”

2023年报告重点在于宣布“成功研制”或“下线”5吨/天等氢液化装置样机，标志着我国在技术研发上取得了重要成果。而2025年报告中，这些国产装置不仅完成了实际开车运行，成功产出合格液氢，还公布了实测性能数据。

2. 应用层面：从“单点示范”升级到“链条打通”

2023年报告中的应用案例大多较为孤立，多为单独的液化装置或储运设备，虽然展示了各环节的技术能力，但缺乏系统性。而2025年报告中，实现了多个“制-储-运-加-用”全产业链闭环示范项目的呈现。

3. 政策与标准层面：从“框架规划”升级到“落地实施”

2023年报告中的政策多以宏观的产业规划和指导意见为主，为产业发展指明了方向。2024年，氢能写入《能源法》，为产业发展提供了坚实的法律保障。2025年报告中，有了关键标准的具体落地，如液氢阀门、加注规程等国家标准的出台，同时还有更具针对性的试点政策相继实施。这些政策与标准的落地，为企业开展具体项目提供了明确的操作依据和安全准绳，为产业的健康发展保驾护航。

2025版报告的升级，本质上记录了液氢产业从“可能”到“可行”的关键转折，为大规模商业化扫清了最核心的工程、模式和规则障碍。这是全体氢能产业人共同努力的成果，也是我国氢能产业发展历程中的重要里程碑。

识别下方二维码下载电子版报告。



（赵国君 供稿）

2025年《制冷学报》编辑工作委员会会议在长沙召开

2025年12月9日，2025年《制冷学报》编辑工作委员会会议在长沙召开。会议由中国制冷学会第十一届理事会《制冷学报》编辑工作委员会主任委员王如竹教授主持，共有26位编委参会。



会上举办了《中国制冷学会《制冷学报》编辑工作委员会聘任书颁发仪式》，审议通过了2025年《制冷学报》编辑部工作总结、2026年《制冷学报》编辑部工作计划、《制冷学报》相关章程。与会编委对编辑部2025年的工作给予了肯定。

讨论环节，与会编委首先针对中国制冷学会期刊出版管理办法进行研讨，并提出修改意见，就扩大《制冷学报》国际影响力、提升稿件质量等方面提出具体建议。《制冷学报》编辑部将继续努力，在编辑出版和学术质量方面迈上一个新的台阶，更好的服务于制冷行业。

会议最后，与会编委进行了2025年《制冷学报》优秀论文终评工作。

2025年《制冷学报》优秀论文评选结果

为鼓励制冷行业科技工作者切实加强基础研究和关键核心技术攻关，从源头推动我国制冷行业高质量发展，更好地支撑制冷行业高水平科技自立自强，中国制冷学会编辑部继续组织开展2025年《制冷学报》优秀论文遴选工作。

2025年，《制冷学报》共刊登论文111篇，经过《制冷学报》青年编委初评，专家小组分专业复评，编委会终评，遴选产生2025年《制冷学报》优秀论文13

篇，经公示无异议，现予以公布（排名不分先后）。

对于入选文章，将由编辑部统一颁发《制冷学报》优秀论文证书，并通过网站、微信公众号等多种渠道和媒介进行宣传。《制冷学报》将继续紧密跟踪学科重点、热点和难点问题，在编辑出版和学术质量方面迈上一个新的台阶，实现学术引领，更好的服务于制冷行业。

附表：2025年度《制冷学报》优秀论文评选结果

序号	论文题目	作者	单位	刊期
1	多能互补的吸收式热泵用于宽温区冷热兼供系统研究	鹿丁，刘子健，申涛， 陈润东，公茂琼	中国科学院理化技术研究所；中国科学院大学	第1期
2	基于机械过冷的双温蒸发CO ₂ 数据中心冷却供热系统性能	代宝民，孔子昂，刘圣春， 钱家宝，李伟锋，章立标	天津大学医学工程与转化医学研究院；天津市制冷技术重点实验室 天津商业大学机械工程学院；浙江国祥股份有限公司	第1期
3	螺旋折流板管壳式换热器壳侧碳氢工质两相流型实验研究	杨果成，郑培仁，丁国良， 陈杰	上海理工大学能源与动力工程学院；上海交通大学机械与动力工程学院；中海石油气电集团有限公司	第1期
4	氦节流制冷机耦合大热容负载快速降温特性	江天舒，陈志超，刘少帅， 卢李昊，蒋珍华，吴亦农	上海科技大学信息科学与技术学院；中国科学院上海技术物理研究所；中国科学院大学	第2期

序号	论文题目	作者	单位	刊期
5	百瓦级高效推移活塞型脉管制冷机实验研究	吴彦康, 陈曦, 郑朴, 周振东, 叶天, 张华	上海理工大学能源与动力工程学院	第2期
6	基于半经验模型的变工质双螺杆制冷压缩机运行特性	李彦澎, 陈浙寅, 王闯, 任大伟, 邢子文, 朱士哲	西安交通大学能源与动力工程学院; 冰轮环境技术股份有限公司	第2期
7	基于湖/河水的跨季节/天混合储热技术实践与优化	杨曙川, 殷勇高, 李晓, 赵栋霖, 崔梦颖	东南大学能源与环境学院; 河北卓派新能源开发有限公司	第3期
8	多箱电池包直冷热管理系统的实验研究	李鑫盛, 贾腾, 赵耀, 姜山, 代彦军	上海交通大学中英国际低碳学院; 上海交通大学制冷与低温工程研究所; 太阳能发电及制冷教育部工程研究中心	第3期
9	风-水-风系统的数据中心冷却系统水侧大温差方案	井洋, 谢晓云, 江亿	清华大学建筑节能研究中心	第3期
10	基于图像纹理特征的高适应性低成本蒸发器结霜状态智能识别方法对比	徐英杰, 张恒瑞, 柳云宇, 周晓晓, 韩晓红, 陈光明	浙江工业大学机械工程学院; 浙江盾安人工环境股份有限公司; 浙江大学制冷与低温研究所	第4期
11	低温液氧射流冷凝振荡特性及流型转变阈值研究	祝乘风, 徐元元, 雷刚, 厉彦忠, 王磊	航天低温推进剂技术国家重点实验室; 西安交通大学能源与动力工程学院	第5期
12	基于热舒适性与电池温控协同的跨临界CO ₂ 汽车热管理系统	张树铖, 任纪霖, 许翔, 牟连嵩, 陈彬, 殷翔, 曹锋	西安交通大学能源与动力工程学院; 中汽研(天津)汽车工程研究院有限公司; 豫新汽车热管理科技有限公司	第6期
13	电动汽车二次节流CO ₂ 热泵空调系统性能实验研究	陈浪, 武卫东, 王烽先, 魏嘉祺, 张华	上海理工大学能源与动力工程学院	第6期

中国制冷学会新增会员名单

单位会员	单位名称	单位名称
	江苏昊洁净化科技有限公司	OFFICINE MARIO DORIN S.P.A
	浙江云创智达科技有限公司	山东冷源制冷设备有限公司
	深圳市四方电气技术有限公司	浙江兰通空调设备有限公司
	浙江欧伦电气股份有限公司	山东华博特制冷科技有限公司

高级会员	姓名	单位	姓名	单位
	詹光毅	上海百联集团股份有限公司	汪维清	曙一物业服务有限公司 / 宁波市暖通商会
	韩华	上海理工大学	吴曦	大连理工大学
	施强	徐工(辽宁)机械有限公司	胡田飞	石家庄铁道大学

2025第三届华东地区制冷（空调）技术交流会在上海成功举办

2025第三届华东地区制冷（空调）技术交流会于2025年12月13日在上海理工大学军工路校区成功举办，大会主题为“舒适健康，智慧共享”，来自华东地区的制冷空调的专家学者、工程技术人员、企业界人士和高校学生等约200人参会。此次大会由上海市制冷学会、山东制冷学会、江苏省制冷学会、安徽省制冷学会、浙江省制冷学会、福建省制冷学会共同主办，上海理工大学协办/承办。



大会开幕式由上海市制冷学会秘书长黄永华教授主持。上海市制冷学会理事长张旭教授，上海市科学技术协会学术部（创新服务部）部长潘祺，中国制冷学会副理事长王如竹教授，江苏省制冷学会常务副秘书长黄浩良分别致辞。

上海交通大学教授代彦军、安徽省制冷学会秘书长张秀平、华东建筑设计研究院暖通空调专业总工程师沈列丞、山东制冷学会副秘书长张振兴主持上午的大会报告。

上海理工大学能源与动力工程学院院长刘宝林教授，上海交通大学李廷贤研究员，荷兰代尔夫特理工大学名誉教授Peter Luscuere，上海建筑设计研究院有限公司副总工程师朱喆，同济大学助理教授曾令杰，集美大学陈奕副教授，浙江工业大学徐英杰副教授分别以“冷冻消融技术及临床应用”“高密度储热/储冷技术的探索与思考”“Circularity and Beyond, Sustainable Abundance or Limits to Energy Transition循环与超越：可持续丰裕抑或能源转型的局限”“上海某大型研发办公项目的暖通设计”“层流手术室气载污染的动态屏蔽气流研究”“间歇布水下的导湿纤维型间接蒸发冷却器动态性能研究”“热泵技术应用中若干问题的思考、创新与实践”为题作报告。

上海海洋大学副教授杨大章、上海交通大学副教授杜志敏、同济大学副教授罗茂辉、上海建科节能技术有限公司总工程师邓光蔚主持下午的企业交流报告。11家知名企业代表先后发言，展示了其最新的产品与技术，共同探讨并推动行业向绿色低碳方向发展。

会议期间还举办了优秀论文颁证仪式，上海市制冷学会青年工作委员会委员王佳韵副教授、庄晓芸副总监主持了颁证仪式。上海市制冷学会张旭理事长、丁国良副理事长、学术工作委员会代彦军主任，以及浙江省制冷学会张萍秘书长共同为20位优秀论文获得者颁发证书。

会议最后，上海市制冷学会秘书长黄永华教授作总结发言。

（上海市制冷学会 供稿）

欢迎关注“制冷学报”“中国制冷简讯”微信公众号



制冷学报公众号



中国制冷简讯公众号

智慧供热（冷）与储能技术发展论坛在河北建筑工程学院成功举办

2025年12月16—17日，河北建筑工程学院携手河北省制冷学会在河北建筑工程学院图书馆新能源报告厅联合举办“智慧供热（冷）及储能技术发展论坛——供热系统设计优化、运行节能与品质提升专题研讨会”。



本次论坛聚焦智慧供热（冷）与储能技术的前沿发展，围绕供热系统设计优化、运行节能与品质提升等关键议题展开深入交流与探讨。会议旨在搭建产学研用交流平台，汇聚国内外学术界、产业界专家、学者、企业技术人员及相关专业学生，共同研讨行业发展趋势，分享技术创新成果，推动供热制冷领域向更高效、更节

能、更智能的方向发展。

论坛期间，与会嘉宾就供热系统设计优化策略、智慧供热技术应用、储能系统集成与运行、能源效率提升路径等多个专题进行了报告与交流研讨。会议内容紧扣国家能源战略与绿色低碳发展需求，既有理论深度，又具有实践指导意义，为推动区域乃至全国供热制冷行业的高质量发展提供了有益思路与解决方案。

河北建筑工程学院作为本次论坛的主办方之一，长期致力于能源建筑与环境工程领域的教学与科研工作。此次论坛的举办，不仅展现了学校在相关领域的学术影响力与社会责任感，也为广大师生、行业从业人员提供了宝贵的学习与交流机会。

河北省制冷学会表示，将继续发挥桥梁纽带作用，促进行业交流与合作，推动技术创新与成果转化，为构建清洁低碳、安全高效的现代能源体系贡献力量。

本次论坛的成功举办，对于促进智慧供热（冷）与储能技术的创新发展、推动行业绿色转型具有重要意义，也为进一步深化校企合作、助力“双碳”目标实现注入了新的动力。

（河北省制冷学会 供稿）

会议通知

中国制冷学会 2026 年活动计划表

序号	活动名称	主要内容	时间	规模（人）	地点	联系人	电话
1	2025 年中国制冷技术研究及应用进展论坛	论坛聚焦 2025 年中国制冷行业的创新研究成果及应用进展，展望 2026 年行业前景。	1 月底	15000 人次	线上	范薇	13511007742
2	2025 年度《制冷学报》优秀论文分享会	论坛以获得 2025 年《制冷学报》优秀论文的作者为报告人，旨在搭建学术交流平台，分享最新的科研成果。	2 月底	15000 人次	线上	王亚薇	15810213655
3	“CHPC·中国热泵”2026 工业余热与热泵高效换热技术应用论坛	围绕热泵在工业应用的专项论坛，会议将邀请工业领域专家、用能单位、甲方、服务商以及甲方单位共同参会。	3 月、6 月、8 月	300 人	济南、上海	张凯 高恩元	010-68711615

序号	活动名称	主要内容	时间	规模(人)	地点	联系人	电话
4	2026 数据中心冷却高峰论坛（大湾区）	《中国数据中心冷却技术年度发展研究报告 2025》发布、数据中心冷却技术、设备、系统、解决方案等。	3 月 19—21 日	500 人	广州	张晓宁 赵国君	010-68719983
5	2026 产学研融合路演	组织“产学研融合路演示范专区”，设置“科技成果转化优秀案例”和“技术路演”2 大板块，促进产学研深度融合。	4 月 8—10 日	1000 人	北京	孙裕坤	010-68712422
6	2026 年中国制冷学会青年科技工作者发展论坛	论坛聚焦青年科技人才成长和科研创新方法论，旨在提供一个高水平、多层次的交流平台，促进能力全方面提升。	5 月 9—10 日	200 人	北京	田甜	18504613929
7	2026 中国制冷学会（单位）会员大会	会议将围绕前沿技术应用、低碳发展路径及行业未来趋势展开深入交流，共同探索制冷行业的新机遇。	5 月	500 人	成都	吴彤 张凯 高恩元	010-68711615
8	移动冷藏运输装备制冷机组国产化自主化专题研讨会	交流总结移动冷藏运输装备制冷机组国产化自主化发展现状，分析存在问题，研讨发展趋势和标准化工作。	4—5 月	40 人	武汉 或石 家庄	贾文阳	010-51879857
9	2026 全国冷冻冷藏行业高质量发展论坛	为冷链企业提供高质量发展技术路径和经营管理经验，展示新技术解决方案提供服务，搭建交流平台。	5 月	400 人	江苏	刘浩	010-63565516
10	2026 年人工智能制冷应用大会	打造人工智能与制冷领域高水平的综合性大会，促进学术研究、技术创新与产学研合作，推动行业智能化发展。	5 月	500 人	待定	杨焘	15801658563
11	“CHPC·中国热泵”高附加值农产品热泵烘干和加工研讨会	聚焦高附加值农产品，热泵烘干技术、产品和标准研讨。	7 月	300 人	云南 迪庆	张凯 高恩元	010-68711615
12	液氢技术与产业发展国际论坛	制氢、氢气液化储运技术及装备、氢燃料电池、加氢站、储能等。	7 月	200 人	北京	张晓宁 赵国君	010-68719983
13	2026 年汽车热系统学术年会	聚焦汽车热系统绿色高效化、功能一体化、结构模块化、控制智能化等方向开展交流。	7 月 或 8 月	800 人	江苏 宜兴 （暂 定）	殷翔	15109214408
14	“CHPC·中国热泵”城镇供暖清洁采暖论坛	清洁供暖数百人规模的专项论坛，会议将邀请全国城镇供暖系统中的专家、单位、甲方以及设备制造商共同参会。	8 月	300 人	待定	张凯 高恩元	010-68711615
15	第十四届全国高等院校制冷及暖通空调学科发展与教学研讨会暨全国第十四届制冷空调新技术研讨会	制冷及暖通空调学科建设、专业评估、教学改革、新技术推广等。	8 月	500 人	待定	赵国君 高恩元	010-68719983

序号	活动名称	主要内容	时间	规模(人)	地点	联系人	电话
16	15th IIR Conference on Phase-Change Materials and Slurries for Refrigeration and Air Conditioning (PCM2026)	聚焦于相变材料与冰浆在建筑、食品、交通、储能等领域的最新进展,涵盖相变材料与冰浆的制取方法、热质转换等。	9月16—18日	200人	西安	张晓宁 赵国君	010-68719983
17	第二十一届全国冷链大会暨第十八届全国冷冻冷藏产业创新发展年会	我国冷链行业大型综合会议,致力于推进行业的技术交流、产业升级、商业对接,多维度探讨行业提质与发展。	9月	800人	待定	赵全华 刘浩	15101021382
18	第六届冷链物流技术发展论坛	围绕“十五五”规划制订,从冷藏运输政策需求、政产学研用协同、人才教育培养等方面建言献策。	9或10月	60人	待定	吴建哲	010-51876691
19	中国国际热泵大会	国际制冷学会和中国制冷学会联合主办的千人规模国际会议,会议将邀请全球顶尖的热泵专家和企业参会。	10月13—17日	1500人	上海	张凯 高恩元	010-68711615
20	“CHPC·中国热泵”肉类工业工艺升级及零碳绿色工厂运营管理与热泵低碳技术创新利用产业论坛	围绕热泵在肉类加工以及零碳绿色工厂实现降低碳排放,会议将邀请肉类领域专家、甲方、服务商以及甲方单位共同参会。	10月	300人	待定	张凯 高恩元	010-68711615
21	中国制冷学会第二届研究生论坛暨中国科协青托博士生交流会	我国制冷领域高层次人才培养,促进青年学者成果交流与跨学科协作,助力研究生拓宽学术视野、激发创新潜能。	10月	100人	待定	赵全华	15101021382
22	全国制冷标准化技术委员会2026年年会	全国制冷标准化技术委员会(SAC/TC 119)年会及国家标准研讨。	11月	80人	待定	王波	18047287597
23	2026年冰霜雪技术国际研讨会	通过交流不同领域内的涉冰研究方法、技术与成果,推动基础研究的持续深入,促进基础研究的广泛应用。	11月	200人	北京	孙裕坤	010-68712422
24	2026年家居环境技术创新大会	聚焦居住建筑低碳供暖与制冷、室内空气质量与健康、家居能源系统与智慧用能等关键问题开展研讨与交流。	12月	200人	青岛	孙裕坤	010-68712422
25	第二十五届全国暖通空调制冷学术年会(2026)	论文征集、大会论坛及专题论坛。	第四季度	1200人	待定	才隽	010-64693287
26	第十六届海峡两岸冷冻空调学术暨技术交流会	空调系统节能技术、强化换热技术、洁净室技术、建筑节能技术、计算流体力学、冷冻空调控制、新能源与可再生能源等。	待定	200人	待定	张晓宁 赵国君	010-68719983
27	冷藏运输技术交流会(暂定)	研讨我国冷藏运输行业现状以及行业前沿技术发展。	待定	150人	待定	王波	18047287597

2026中国制冷学会（单位）会员大会 第一轮通知

为深入贯彻落实国家“双碳”战略目标，顺应新一轮科技革命和产业变革趋势，推动制冷空调行业绿色低碳、高质量发展。经研究拟定于2026年5月20日—22日在四川省成都市举办2026中国制冷学会（单位）会员大会。大会将围绕国家政策导向和行业发展趋势，聚焦制冷空调产业与新能源、新材料、及先进制造的协同发展，组织多层次、宽领域的交流研讨，推动跨学科、跨领域、跨产业交流合作，会议的主题为“低碳智冷，融合共赢”。

大会将安排以下方面的内容：

1. “十五五”展望：制冷行业政策与实施路径
2. 新型制冷原理与储能、冷热协同技术发展进展
3. 企业战略、市场拓展与宏观经济环境分析
4. 制冷与多行业技术体系的交叉和协同创新
5. 新能源、新材料在制冷空调热泵中的应用
6. 高算力需求场景制冷空调系统的智能化设计与运行管理
7. 机器人与具身智能发展趋势及其工程应用
8. 成渝经济圈制冷空调行业协同发展
9. 制冷空调系统在轨道交通与城市基础设施中的应

用实践

10. 我国制冷空调行业市场数据分析与趋势展望

热烈欢迎个人会员和单位会员、非单位会员派代表参会交流。中国制冷学会是非盈利性社会团体，欢迎企业赞助本次大会，详见附件。

联系方式

联系地址：北京市海淀区阜成路67号银都大厦10层，100142

联系人：张凯、高恩元、吴彤

联系电话：010-68711615

传 真：010-68434679

电子邮箱：kzhang@car.org.cn；eygao@car.org.cn



（附件获取）

2026年家居环境技术创新大会第一轮通知

为深入贯彻国家“双碳”目标和健康中国建设部署，服务绿色低碳高质量发展大局，顺应人民群众对高品质居住环境的迫切需求，推动家居环境领域低碳、健康、舒适与智慧用能协同发展，引导相关产业加快形成低碳高效的技术发展路径和应用体系，搭建产学研用深度融合的交流平台，中国制冷学会拟于2026年12月在山东省青岛市召开“第一届家居环境技术创新大会”。

会议将邀请来自相关政策制定及研究部门，行业组织及专业机构，高校及科研院所和相关企业的专家、学者，聚焦居住建筑低碳供暖与制冷、室内空气质量与健康、家居能源系统与智慧用能等关键问题开展全面、深入的研讨与交流。

一、组织机构

主办单位：中国制冷学会、青岛理工大学

承办单位：中国制冷学会家居环境工作委员会

二、会议时间

2026年12月，具体时间待定

三、会议地点

山东省青岛市，具体地点待定

四、会议内容

1. 住宅建筑低碳供暖与热泵清洁取暖
2. 住宅建筑制冷方式与夏季节能降耗
3. 室内空气质量、通风与热湿环境控制
4. 家居环境热舒适与工作效率
5. 家居环境暴露、健康效应与风险评估
6. 住宅光伏、储能与柔性用能管理
7. 智能家居与家居智慧能源系统运行与运维
8. 既有住区的家居环境改造与性能提升
9. 家居环境相关标准规范、评价体系与监测技术
10. 其他相关内容

会议于2025年12月1日起，接受论文形式投稿，优秀论文将审稿后收录于《制冷学报》。稿件请发送至 itre@car.org.cn，文件名应为“第一作者姓名+论文或PPT题目”，以论文形式投稿，格式请参照“《制冷学报》投稿模板”，篇幅不超过8页。

投稿截止日期：2026年8月31日

报告邀请通知截止日期：2026年10月15日

五、支持会议

会议接受行业支持。有意向自愿提供支持的单位，请联系会务组。

六、联系人

中国制冷学会（家居环境工作委员会）

孙裕坤 010-68712422, 18513665468, yksun@car.org.cn

赵宇18042698202, zhaoyu1220@dlut.edu.cn

王凤13555920541, f.wang@polyu.edu.hk

青岛理工大学

胡松涛13361229267, h-lab@163.com

梁士民15066250675, liangshimin@qut.edu.cn

张晓霞17853245983, zhangxiaoxia@qut.edu.cn



（投稿模版获取）

关于编写《工业制冷供热：场景需求与技术装备》并公开征集相关案例资料的通知

随着我国工业的快速发展，工业制冷领域正迎来前所未有的机遇与挑战。传统场景需求不断更新，新兴场景需求不断涌现，导致当前工业制冷场景日益繁多，领域边界与定义尚不明晰，场景需求参数亦不明确。为此，亟需对工业制冷领域的场景需求和技术装备进行系统梳理。

为促进工业制冷领域理论创新和技术进步，推动产业提质升级，中国制冷学会于2025年4月正式成立工业制冷工作委员会。为凝聚行业智慧、形成行业共识，工作委员会计划组织编写一本工业制冷科普书籍《工业制冷供热：场景需求与技术装备》。本书将重点厘清工业制冷的定义和范畴，梳理各场景中涉及制冷制热的工艺环节和关键参数，总结技术装备应用现状与优秀案例，展望未来发展趋势。本书提纲初稿详见附件1。

目前，《工业制冷供热：场景需求与技术装备》一书的编写筹备工作已完成，进入撰写阶段，现面向全国公开征集工业制冷供热相关的场景工艺流程和参数需求、技术装备优秀案例资料，对于采纳的案例资料将在书中进行署名。欢迎各相关单位积极参与，认真填写“附件2：《工业制冷供热：场景需求与技术装备》案例资料收集表”并盖章，并于2026年1月20日前将word版和PDF版（盖章扫描件）发送至对应方向联系人的邮箱。

工业空调

联系人：贾磊

电话：13339103996

邮箱：magic96130126.com

工业冷冻

联系人：王闯

电话：13289227655

邮箱：chuangwang0xjtu.edu.cn

工业供热

联系人：夏建军

电话：13683189761

邮箱：xiajianjun@tsinghua.edu.cn

中国制冷学会

联系人：孙裕坤

电话：18513665468

邮箱：yksun@car.org.cn



（附件获取）

国家能源局发布

《关于推进煤炭与新能源融合发展的指导意见》

推进煤炭与新能源融合发展，加快煤炭矿区新能源资源开发利用，推动构建传统能源与新能源协调发展新格局，对夯实能源稳定供应基础、促进能源绿色低碳转型具有重要意义。为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，推进煤炭与新能源深度融合，加快构建新型能源体系，2025年10月28日，国家能源局发布了《关于推进煤炭与新能源融合发展的指导意见》，具体意见如下：

一、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的二十大和二十届历次全会精神，完整准确全面贯彻新发展理念，深入践行能源安全新战略，以绿色低碳为方向，以科技创新为动力，依托煤炭矿区资源要素大力发展新能源，有序实施矿区清洁能源替代，推动煤炭产业链延伸发展，建立完善煤炭与新能源融合发展机制，促进煤炭行业绿色转型和可持续发展。到“十五五”末，煤炭与新能源融合发展取得显著成效，煤炭矿区光伏风电产业发展模式基本成熟，电能替代和新能源渗透率大幅提高，建设一批清洁低碳矿区，煤炭行业绿色发展动能进一步增强。

二、主要任务

（一）加快发展矿区光伏风电产业。有效盘活矿区土地资源，在光照资源丰富的矿区，充分利用采煤沉陷区、工业广场、排土场、复垦区等场地，加快推进光伏电站建设，推动新能源发电就近就地消纳，为矿区提供更多绿色电力。鼓励拥有集中连片土地资源、具备良好电网接入条件的产煤地区，规划建设大型光伏基地，提升新能源规模化开发水平。创新“光伏+”多元业态发展模式，支持在煤矿复垦区发展光伏和农林业种植、畜牧饲养等，实现空间互补集成应用，在成塘成湖的采煤沉陷区建设水上光伏电站，推广应用光伏和水产养殖、农作物种植一体化模式，发挥经济社会生态等综合效益。统筹电网承载力和就地消纳能力，在风力资源充沛的矿区及周边区域，有序推进集中式、分散式风电开发。

（二）积极推动矿区用能清洁替代。加快煤炭生产重点环节电气化改造，推广电驱钻机、电动铲机等装备应用，扩大终端用能设备电气化比例。推进矿区运输设备新能源替代，在有条件的露天煤矿规模化应用电动、氢能矿卡，井工煤矿根据运输方式逐步应用电动矿用无

轨胶轮车，提升矿区运输系统清洁低碳化水平。支持矿区结合生产生活需求合理布局建设充换电站、加氢站，鼓励建设“光储充放”多功能综合一体站，完善矿区绿色交通服务基础设施。加快淘汰矿区内低效落后老旧锅炉，因地制宜推广电锅炉、生物质锅炉、瓦斯氧化供热锅炉、清洁高效煤粉锅炉等先进锅炉，降低矿区自用煤消耗。

（三）稳步推进矿区可再生能源供暖制冷。统筹考虑井筒保温及地面生产、生活供热需求，因地制宜实施矿区清洁供热。鼓励有条件的煤矿发展浅层地热能供暖，加大中深层地热井下换热供暖技术推广，推动矿区地热能规模化开发利用。支持矿区依托屋顶、空地等闲置空间，发展分布式太阳能供热供暖。有效利用矸石电厂热源，加大矿井乏风余热利用、煤矿瓦斯氧化供热等应用力度，探索矿区多热源联合供热。在生物质资源条件有保障的前提下，支持矿区利用煤与生物质耦合燃烧热电联供技术发电供热。探索矿区可再生能源制冷技术创新应用，有效治理井下高温热害。

（四）创新矿区绿色能源开发利用方式。因地制宜建设“源网荷储”协同控制的矿区智能微电网，推动矿区光伏风电、瓦斯发电、多元储能、智慧能源管控系统等一体化开发运行，促进多能高效互补利用。积极推动提高矿区生产负荷调节能力，有序开展绿电直连，鼓励参与绿证绿电交易，努力扩大矿区绿色电力使用比例。大力推进矿区节能降碳改造，对标标杆水平和先进水平开展重点用能设备更新，聚焦矿区机电维修车间、运输物流中心等重点场所，建设一批高效低碳零碳典型厂区园区，降低矿区碳排放水平。鼓励有条件的矿区科学实施碳汇林草项目，协同推进矿区生态修复和固碳增汇。

（五）推动煤炭产业链延伸与新能源发展协同互促。积极支持煤炭企业统筹煤炭与煤电、新能源产业布局，加大清洁高效火电、新能源等产业投资开发力度，提升一体化协同融合发展效益，逐步向综合能源生产服务商转型。推动矿区坑口煤电实施新一代煤电改造升级，鼓励与新能源联营发展和优化组合，增强能源供给体系稳定性。加强煤矿瓦斯全浓度利用，积极发展瓦斯发电、供热、提纯等利用方式。优化产业链布局，鼓励煤制油气和煤化工项目开展规模化绿电、绿氢利用替代和碳捕集、利用与封存（CCUS）应用，有效降低煤炭

转化碳排放水平。支持煤炭企业开发碳基特种燃料、煤基生物可降解材料、新能源发电材料等创新型产品，打造煤基产业链绿色发展新亮点。

（六）加强科技创新和人才培养。积极开展煤炭与新能源融合发展基础理论研究，加强煤炭与新能源耦合发电、矿井空间储能系统集成、新能源制氢与煤转化耦合等关键技术研发，加大供热煤电机组与新能源耦合降碳增效、利用废弃矿井空间实施重力储能等技术路径的探索实践。支持煤炭与新能源融合发展首台（套）技术装备应用，建设一批可复制可推广的先进试点项目，形成以低碳化为导向的煤基科技成果转化模式。加大煤炭企业新能源领域人才培养力度，鼓励以开设订单班、联合培养等形式按需培养一批专业型、复合型人才，支持煤炭企业与新能源企业、科研机构加强交流沟通，共同提升人才创新实践能力。

（七）加大政策协同支持力度。国家将煤炭与新能源融合发展纳入“十五五”能源及煤炭、可再生能源规划，作为重点任务举措突出抓好推进落实。支持地方统筹规划矿区土地资源，用好中央预算内资金、碳减排支持工具等政策，强化矿区发展新能源产业要素保障。引导金融机构按照市场化、法治化原则，加大对煤炭与新能源融合发展项目的信贷支持。电网企业加强与矿区新能源项目建设单位沟通衔接，保障矿区新能源项目并

网发电。鼓励矿区分布式新能源项目直接参与或以聚合模式参与电力市场。加强新上项目节能审查和碳排放评价，促进煤炭清洁高效利用和非化石能源替代。

三、组织实施

国家能源局强化行业统筹，会同有关部门加强煤炭与新能源融合发展的指导协调和跟踪评估，完善支持政策和标准体系，研究协调解决工作推进中的重大问题。各省级能源主管部门要细化完善政策措施，强化工作督促指导，加强先进技术和管理模式交流互鉴，推动煤炭与新能源融合发展各项任务落实落地。煤炭与新能源融合发展项目单位要严格落实安全生产主体责任，切实做好安全生产各项工作。国家能源局派出机构、地方能源主管等部门要依据职责加强监管，推动项目规范建设运行。重点煤炭企业特别是煤炭高质量发展机制成员单位，要发挥产业、技术和市场优势，结合矿区实际研究编制煤炭与新能源融合发展实施方案，提出产业发展方向和重点任务，加快推进重点项目落地实施，打造一批特色典型案例，引领带动煤炭与新能源融合实现高质量发展。

（信息来源：国家能源局）



国家发展改革委 国家能源局关于促进新能源消纳和调控的指导意见

为全面贯彻党的二十大和二十届历次全会精神，落实《中华人民共和国能源法》，完善新能源消纳和调控政策措施，有力支撑新型能源体系和新型电力系统建设。国家发展改革委、国家能源局发布关于促进新能源消纳和调控的指导意见，内容如下：

一、总体要求

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻落实“四个革命、一个合作”能源安全新战略，坚持系统观念、分类施策、多元消纳、市场引导、安全为基、创新驱动，完善新能源消纳举措，优化系统调控，促进新能源在大规模开发的同时实现高质量消纳。到2030年，协同高效的多层次新能源消纳调控体系基本建立，持续保障新能源顺利接网、多元利用、高效运行，新增用电量需求主要由新增新能源发电满足。新型电力系统适配能力显著增强，系统调节能力大幅提升，电力市场促进新能源消纳的机制更加健全，跨省跨区新能源

交易更加顺畅，满足全国每年新增2亿千瓦以上新能源合理消纳需求，助力实现碳达峰目标。到2035年，适配高比例新能源的新型电力系统基本建成，新能源消纳调控体系进一步完善，全国统一电力市场在新能源资源配置中发挥基础作用，新能源在全国范围内优化配置、高效消纳，支撑实现国家自主贡献目标。

二、分类引导新能源开发与消纳

（一）统筹“沙戈荒”新能源基地外送与就地消纳。全面落实党中央防沙治沙工作决策部署和“沙戈荒”新能源基地开发布局规划，推动“沙戈荒”新能源基地外送与就地消纳并举。重点在沙漠、戈壁、荒漠、沙化、盐碱化等地区，合理布局外送基地，提高基地经济性。建立送受端落实国家战略责任体系，强化受端新能源消纳责任。通过新能源集成发展、东部地区产业梯度转移、西部地区挖掘消纳潜力等方式，促进“沙戈荒”新能源基地实现规模化就地消纳。

（二）优化水风光基地一体化开发与消纳。依托西南大型水电基地，充分考虑水电调节特性，优化配置新能源。对具备条件的存量水电外送通道，合理增配新能源，提升通道利用水平。结合雅下水电基地开发，优化论证新能源配置及送出消纳方案。

（三）推动海上风电规范有序开发与消纳。落实海洋经济高质量发展要求，科学布局海上风电，继续推动近海风电开发，有序推动深远海风电基地建设。统筹优化海上输电网络，集约化布局海缆廊道和登陆点，实现海上风电基地集中送出，主要在沿海地区就近消纳。

（四）科学高效推动省内集中式新能源开发与消纳。综合考虑资源条件、用电增长，结合可再生能源电力消纳责任权重落实要求，科学布局省内集中式新能源，优化开发结构、合理把握建设节奏，加强调节能力建设，提升电网承载力，确保新能源高效消纳。做好新能源资源普查试点。

（五）积极拓展分布式新能源开发与消纳空间。充分挖掘分布式新能源资源潜力，拓展分布式新能源开发场景。增强分布式新能源自调节能力，提高自发自用比例。修订分布式新能源接网承载力评估标准，释放公共电网接纳分布式新能源的可开放容量。

三、大力推动新能源消纳新模式新业态创新发展

（六）创新新能源集成发展模式。研究制定促进新能源集成发展的政策举措，支持“沙戈荒”等新能源资源富集地区加强新能源上下游产业链协同，建立集成发展产业体系。提升新能源装备制造绿电应用水平，实现“以绿造绿”。统筹布局绿氢、氨、醇等绿色燃料制储输用一体化产业，打造“灵活负荷”。推进零碳园区建设。

（七）推动新能源与产业融合发展。积极推进东部地区产业梯度转移和新能源基地就地消纳协同对接，稳妥有序推动高载能产业向西部清洁能源优势地区转移。鼓励传统产业创新工艺流程，提升负荷灵活性，在热力、供暖、制冷、动力等环节更多使用新能源。支持新能源资源富集地区实现信息技术、高端装备制造、新材料等战略性新兴产业与新能源融合发展。加强新能源与算力设施协同规划布局及优化运行，推动算力设施绿色发展。

（八）支持新能源就近消纳新业态发展。推动源网荷储一体化、绿电直连、智能微电网、新能源接入增量配电网等新能源就近消纳新业态健康可持续发展，支持新能源就近接入，提升工业园区、建筑楼宇、外向型企业、高载能企业绿电消费及偏远地区供电保障水平。分

类制定完善支持政策、管理制度和技术标准，加强与电网规划的统筹协调，明晰与公共电网的安全、经济和社会责任界面，提升自平衡、自调节能力，新能源弃电不纳入统计。

四、增强新型电力系统对新能源适配能力

（九）加快提升系统调节能力。积极推进流域龙头水库电站建设和水电扩机增容改造。加快抽水蓄能电站建设，充分发挥削峰填谷等多重作用。大力推进技术先进、安全高效的新型储能建设，挖掘新能源配建储能调节潜力，提升利用水平。适度布局调峰气电。因地制宜建设光热电站。推进新一代煤电转型升级，推动新能源替代燃煤自备电厂发电。充分发挥虚拟电厂聚合负荷侧调节资源作用，拓展车网互动规模化应用。

（十）提高电网对新能源的接纳能力。加快构建主配微协同的新型电网平台，提升电网承载力。优化全国电力流向，进一步扩大新能源资源配置范围，稳步提升跨省跨区输电通道规模。充分利用区域间、省间调节资源和新能源出力互补特性，合理布局灵活互济电网工程，提升互济能力。加强电网主网架建设，提升新能源的并网接纳能力。大力推动配电网建设改造和智能化升级，加快打造适应大规模分布式新能源接入的新型配电系统。因地制宜推动智能微电网与大电网协同发展。

（十一）优化新能源调控模式。构建新型电力调度体系，进一步厘清调度机构、各级电网、集中式新能源、分布式新能源等的调控关系和职责范围，加强市级、县级调度机构力量，全面提升可观、可测、可调、可控能力和智能化调控水平。探索“沙戈荒”新能源基地、水风光基地、海上风电基地集群协同调控模式，加快推动新能源与站内配建储能一体化出力曲线调用。修订电力调度管理制度，加强电力调度监管。

（十二）强化新型电力系统安全治理。加强新能源基地规划阶段电网安全稳定分析和运行阶段电网安全稳定管理。深化有源配电网运行风险管控，建立健全风险识别、监视控制体系。完善新能源及新型并网主体涉网安全管理制度，加强涉网安全性能和参数全周期管控，严格执行涉网性能评估程序，规范并网接入与运行管理，强化网络安全管控。

五、完善促进新能源消纳的全国统一电力市场体系

（十三）拓展多层次新能源消纳市场化体系。适应新能源出力波动特点，缩短中长期交易周期，实现灵活连续交易，推广多年期购电协议机制，稳定长期消纳空间。充分发挥现货市场功能，加强与需求侧响应机制等的衔接，引导系统调节资源主动参与调节，完善用户侧参与

现货市场交易机制，激发用户侧灵活调节潜力。合理设置电力辅助服务交易品种，完善费用向用户侧疏导机制，促进新能源大规模发展过程中的系统平稳运行。以省间中长期交易压实新能源跨省消纳“基本盘”，以省间现货交易、区域内省间互济交易等灵活响应新能源短时消纳需求，推进跨电网经营区常态化新能源电力交易。

（十四）完善适应新能源参与电力市场的规则体系。推动建立“沙戈荒”、水风光新能源基地一体化模式参与市场的交易规则；支持分布式新能源、储能、虚拟电厂等新型主体通过聚合、直接交易等模式参与电力市场；研究推动新能源、用户等主体参与跨省跨区电力市场直接交易；推动构建符合新能源发电特性、分布格局的市场报价方式。完善电力市场限价等机制，充分发挥价格信号引导新能源消纳的作用。积极推动绿证市场高质量发展，推进“电—证—碳”市场协同，科学反映新能源环境价值。

（十五）创新促进新能源消纳的价格机制。建立完善跨省跨区新能源送电价格形成和调整机制，鼓励新能源外送基地各类电源整体形成送电价格。提升跨省跨区通道输电价格机制灵活性，研究海上风电送出工程相关价格机制。落实完善促进新能源就近消纳的电价机制。健全完善煤电、抽水蓄能、新型储能等调节性资源容量电价机制。加快推动市场价格信号有效传导至终端用户，完善体现分时价值差异的零售市场价格机制，研究建立健全居民分时电价机制。

六、强化新能源消纳技术创新支撑

（十六）突破新能源高效发电利用技术。加强高效低成本光伏、风电技术研发，试点建设超大功率深远海风电机组。加快提升新能源超短期、短期、中长期等不同时间尺度功率预测精度。

（十七）攻关系统灵活调节技术。创新应用液流电池、压缩空气储能、重力储能等多种技术路线，加快突破大容量长时储能技术。推动新建抽水蓄能电站具备变速调节能力。深化虚拟电厂协调运行控制技术、多元交易技术应用，扩大新型负荷灵活调节技术应用。加快新一代煤电试点应用及推广。

（十八）强化电网运行技术。加强高比例可再生能源、高比例电力电子设备电力系统高效仿真和稳定运行控制技术研究。试点试验高比例新能源特高压柔性直流输电、大容量高电压海上柔性直流海缆输电技术以及多端直流孤岛运行技术。提升新能源基地电源汇集及弱送端系统稳定运行技术水平。推广构网型控制技术，提高新能源涉网性能和主动支撑能力。加快修订新能源并网

技术标准。

（十九）升级智能化调控技术。加快人工智能、大数据、云计算等先进技术在主配微网协同中的应用。推广应用状态感知技术，提升电网对分散资源的动态感知能力。加快应用海量源网荷储资源聚合控制技术，完善新能源基地协同调控技术。

七、保障措施

（二十）优化新能源消纳管理机制。强化规划指导作用，在五年电力发展规划中分档设置不同地区新能源利用率目标，科学统筹新能源发展与消纳，协同推进新能源规划布局及配套电网、调节能力建设。完善新能源消纳评估方法，推动新能源消纳评估逐步由单一新能源利用率指标向综合评价指标体系转变。各省级能源主管部门科学开展本地区年度新能源利用率目标制定及未来3年展望工作，明确年度新能源开发与消纳方案。根据新能源利用率目标和可再生能源电力消纳责任权重目标，统筹确定年度并网新能源（含分布式新能源）新增开发规模。落实可再生能源消费最低比重目标要求，加快建立强制消费与自愿消费相结合的绿证消费机制，进一步压实可再生能源电力消纳责任。

（二十一）明确责任分工。国家发展改革委、国家能源局统筹推进新能源消纳和调控工作，指导各省份优化新能源利用率目标和开发规模。各省级能源主管部门是统筹保障本地区新能源消纳的责任主体，全面组织落实各项消纳举措，实现消纳目标。电网企业是保障新能源接网与调控运行的主要责任单位，持续加强电网建设，优化系统运行。发电企业提升新能源可靠替代能力，加强调节资源建设。各类经营主体积极参与电力系统互动。

（二十二）强化监测监管与目标执行。优化新能源利用率统计发布工作，根据需要完善新能源利用率监测统计管理办法。各省级能源主管部门要建立新能源“规划—建设—并网—消纳”全周期监测预警机制，及时分析本地区新能源消纳情况，新能源利用率显著下滑或未完成利用率目标的地区要科学论证新能源新增并网规模，避免新能源利用率大幅下滑。国家能源局派出机构针对新能源消纳和调控政策措施落实情况进行常态化监管，重大事项及时报告。

（信息来源：国家发展和改革委员会）



东华大学肖鑫副教授课题组在兼具高性能、舒适度与绿色制造的智能调温织物研究中取得新进展

智能调温织物基于相变热能存储原理，通过相变材料在固-液相变过程中可逆地吸收或释放相变潜热，实现对环境温度波动的动态缓冲，从而发挥“智能控温”作用。该方法有望降低对传统空调系统的依赖，提升人体热舒适性，在日常服饰、航天服及特殊防护服等领域具有广阔的应用前景。目前，在智能调温织物领域的研究虽已取得一定进展，但在协同实现优异的热调节性、长期热稳定性、穿戴舒适性与绿色经济性方面仍存在不足。

近日，东华大学肖鑫副教授课题组通过对核壳材料与制备工艺进行创新，成功开发出一种基于生物基共晶相变微胶囊的智能调温织物。该织物各方面性能均表现优良，为开发兼具环境友好性、穿戴舒适性与长效热管理性能的智能纺织品提供了可行的技术路径。

研究以二氧化硅（ SiO_2 ）为壳材，通过溶胶-凝胶水基工艺包覆由月桂酸（LA）和肉豆蔻酸（MA）共晶体系组成的芯材，以形成具明确核壳结构的相变微胶囊，并改良整理剂，结合浸渍印花技术实现微胶囊与织物的高效结合。

研究显示， LA/MA@SiO_2 微胶囊具有均匀球形核壳结构，平均粒径 $1.27\ \mu\text{m}$ ，便于织物集成且弱化对织物透气性与舒适度的影响。微胶囊的芯材与壳层依赖物理封装机制，在高效防漏的同时，较好地维持了芯材完整的化学性能。

泄漏测试表明，微胶囊抗泄漏性优异。通过壳层高导热性、 Si-O-Si 网络屏障和氢键协同作用， $100\ ^\circ\text{C}$ 加热2小时后微胶囊泄漏率 $\leq 0.01\%$ ，使其能适应于极端条件下的循环热调控。

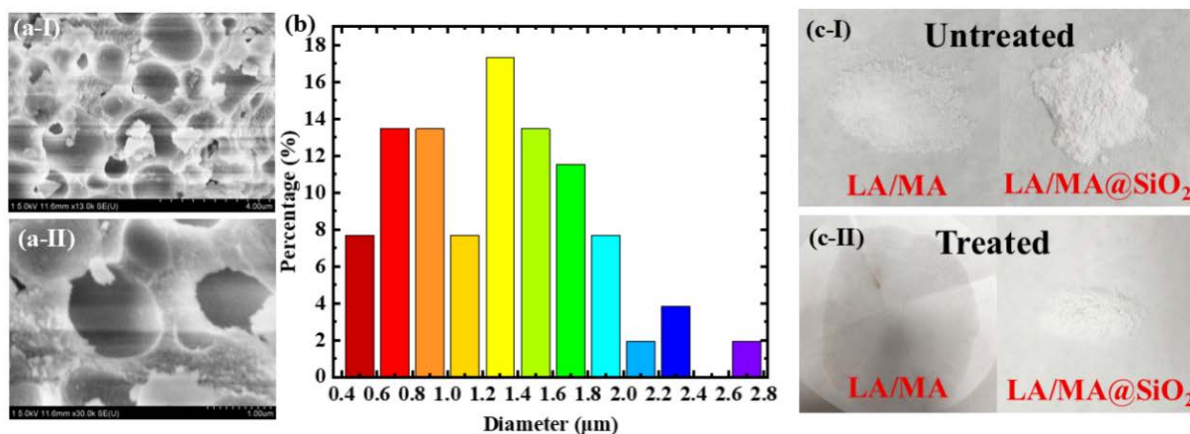


图1 相变微胶囊的形态表征和泄漏测试

(a) LA/MA@SiO_2 的SEM图像；(b) LA/MA@SiO_2 的粒径分布直方图；(c) 泄漏测试处理前后的 LA/MA 和 LA/MA@SiO_2

TGA分析表明，微胶囊展现出优异的热稳定性，在 $300\ ^\circ\text{C}$ 高温下质量损失率低于 2.5% ，显著低于未封装芯材（ 93.0% 损失率）。 SiO_2 壳层通过限制分子运动和阻隔壳内氧气扩散显著增强微胶囊的热稳定性。

DSC分析表明，微胶囊潜热值为 $57.35\ \text{kJ/kg}$ ，虽因封装有所降低，但已能满足人体热调节需求，且相变区间（微胶囊的熔融起始温度 $36.63\ ^\circ\text{C}$ 和结晶起始温度 $32.50\ ^\circ\text{C}$ ）与人体热舒适度区间高度匹配。其封装效率（ 33.54% ）和储能效率（ 32.21% ）较低，有较大提升

空间，可通过调整芯壳比等参数进一步提升。

织物热性能测试表明，所制备的智能调温织物在保暖和制冷方面均表现出卓越的热调节性，升降温速率显著减缓。红外热成像测试表明，智能调温织物热滞后效率达 500% ，冷滞后效率达 105% 。通过将相变微胶囊调温机制与棉纤维隔热结构相结合赋予织物主动温控与被动隔热的双重调节能力，可显著提升智能调温织物在极端环境中的自适应温控能力并提升穿着舒适度。

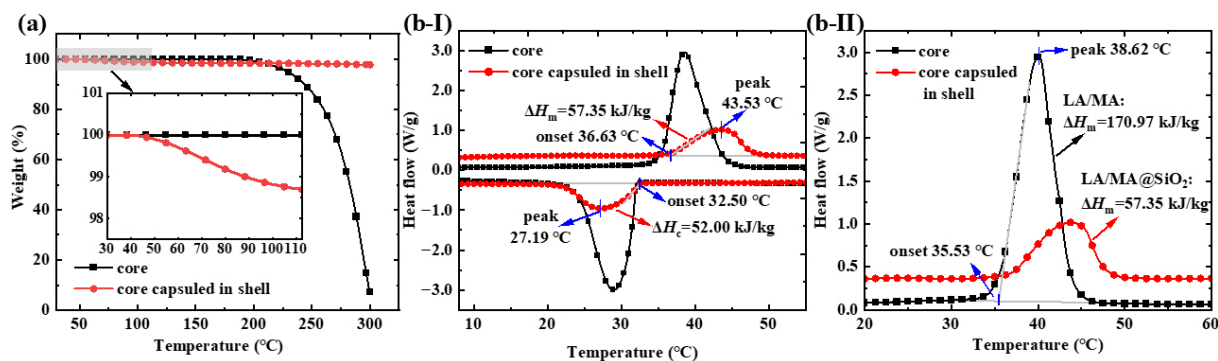


图2 相变微胶囊的热性能

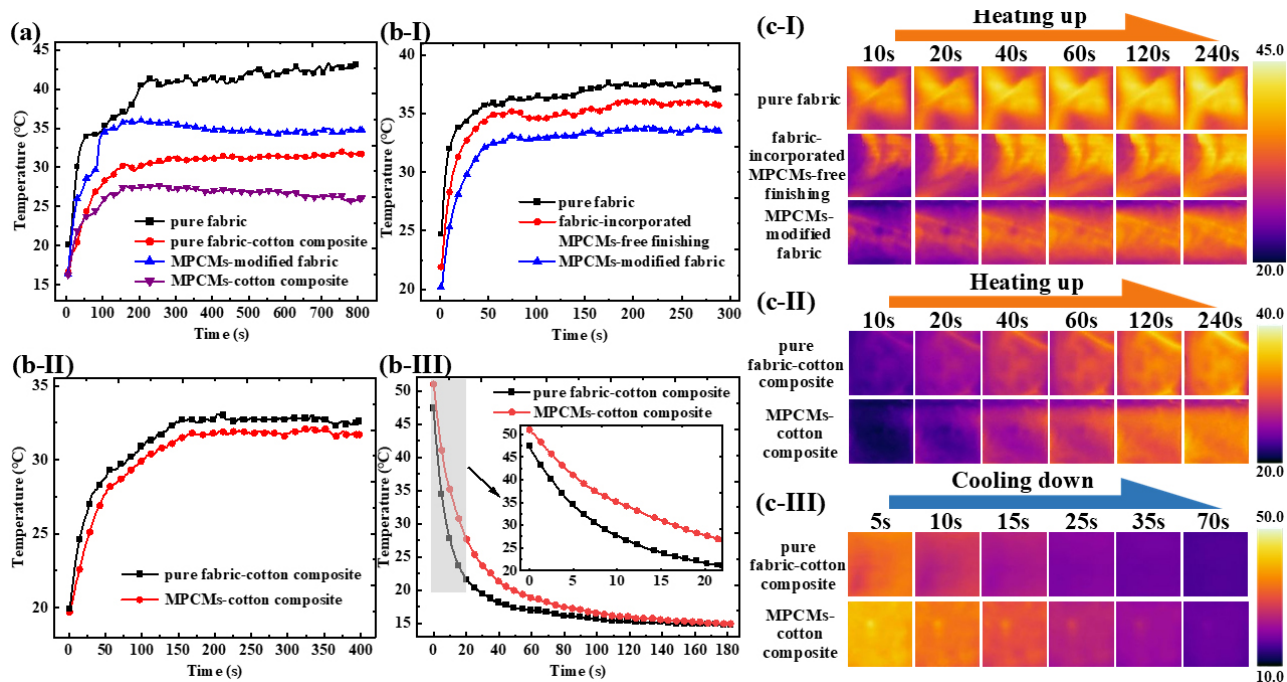
(a) LA/MA和LA/MA@SiO₂的TGA曲线; (b) LA/MA和LA/MA@SiO₂的DSC曲线

图3 智能调温织物的热性能测试

(a) 热传导性能测试的温度曲线; (b) 织物样品加热及冷却过程中的平均温度变化曲线; (c) 织物样品加热及冷却过程中的红外成像

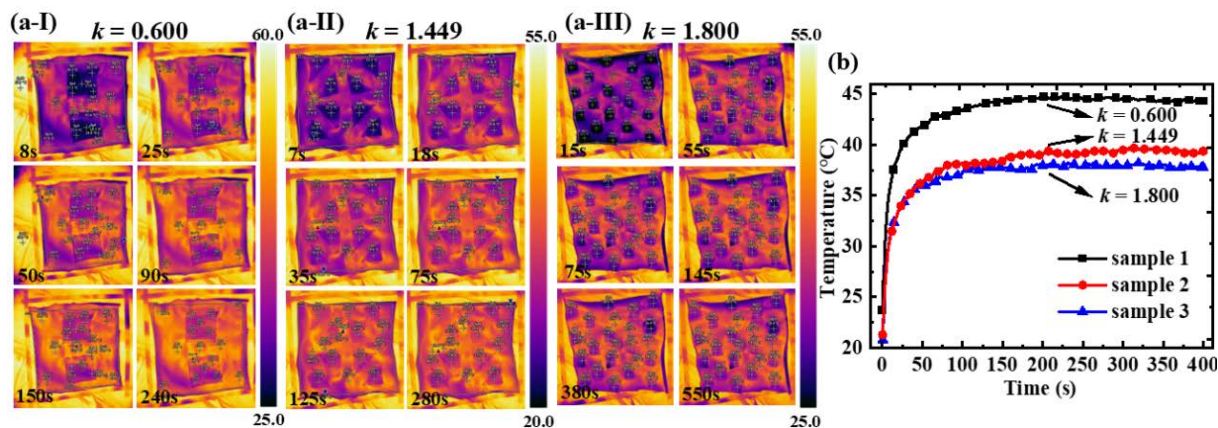


图4 不同印花图案织物的调温性能测试

(a) 不同分散指数的印花织物的红外成像; (b) 不同分散指数的印花织物的平均温度变化曲线

微胶囊的分散均匀性对织物热调节能力至关重要。高分散指数（1.800）样品空间热均匀性及热调节性各优，稳定温度较低分散指数（0.600）样品降低7.5℃，充分证实微胶囊的分散优化可显著增强织物温控效果。

该研究采用生物基原料和无毒硅源，结合绿色合成工艺，为智能纺织品实现高性能、舒适度与绿色制造提供了一种全新策略。相关成果以Study on intelligent temperature regulating fabric based on phase change microcapsules of bio-based eutectic system为题发表在Applied Thermal Engineering上。

作者简介

牛亚琪（第一作者），东华大学环境科学与工程学院能源与环境系统工程专业2022级本科生，保研至北京航空航天大学攻读硕士学位。本科期间获全国节能减排竞赛二等奖，上海市节能减排竞赛特等奖，全国能源经济学术创意大赛市三等奖等。

马悦悦（共同第一作者），东华大学环境科学与工程学院能源与环境系统工程专业2022级本科生，保送至浙江大学直接攻读博士学位。本科期间获全国节能减排竞赛二等奖，上海市节能减排竞赛特等奖，全国大学生英语竞赛二等奖等。

肖鑫（通讯作者），在固液相变储能、织物热湿管理方面进行了研究。共发表科研论文100余篇，其中在Adv Colloid Interface, Renew Sust Energ Rev, Appl Energy, Energy Convers Manage, Energy, Int J Heat Mass Tran等发表SCI论文70余篇，总他引3500+。先后获得日本学术振兴会海外特别研究员、欧盟玛丽居里资深学者、上海市浦江人才、上海市海外引进高层次人才、EBE学术新人提名奖、IChemE优秀青年科学家奖、省部级自然科学一等奖、科技进步三等奖等荣誉，并于2023—2025年连续入选“全球前2%顶尖科学家榜单”。

（肖鑫 供稿）

郑州大学申长雨院士 / 刘春太教授团队联合华中科技大学陶光明教授团队在Nature Communications发表最新研究

具有高导热系数的层状薄膜基热管理材料（f-TMMs）因其优异的面内热传输特性，在空间受限和柔性散热场景中展现出显著优势。然而，当前高性能f-TMMs的研究主要聚焦于提升面内导热系数，其面外导热系数长期被忽视，导致材料导热各向异性显著。这不仅限制了材料的面外热吸收与传递能力，也制约了整体热扩散效率的进一步提升。因此，突破低面外导热系数的瓶颈，实现面内与面外热导性能的协同提升，已成为f-TMMs发展的关键挑战。

nature communications

Explore content ▾ About the journal ▾ Publish with us ▾

nature > nature communications > articles > article

Article | [Open access](#) | Published: 26 November 2025

Efficient thermal management of electronic devices by constructing interlayer phonon bridges

Gaojie Han, Hongli Cheng, Yuezhao Feng, Shiliang Zhang, Jingwen Dong, Bing Zhou, Xianhu Liu, Chuntai Liu, Guangming Tao & Changyu Shen

Nature Communications 16, Article number: 10533 (2025) | [Cite this article](#)

近日，郑州大学申长雨院士/刘春太教授团队、华中科技大学陶光明教授团队，针对层状热管理复合材料层间结构设计的挑战，提出一种创新的蜂窝致密化

策略，通过在层状结构内部构建连续的层间声子传输通道，成功制备出具有面内/面外双向高导热特性的层状热管理复合膜。该研究克服了传统f-TMMs材料面外导热系数低的局限，为高性能f-TMMs设计提供了重要指导，在电子设备散热与辐射冷却领域展现出广阔前景。

受蜂窝三维骨架结构启发，本研究预先构建高度垂直排列的蜂窝状骨架，利用紧密堆叠的“蜂窝壁”作为高效热传导通道。在致密化结构演变过程中，该有序骨架不仅诱导面内形成高度取向的层状结构，更在层间构建出连续的“之字形”声子桥接网络，从而在层状薄膜中成功构筑了双向热传输路径（图1）。

本研究通过层间结构设计，旨在芳纶纳米纤维（ANF）/氮化硼纳米片（BNNS）复合膜中构建面外热传输网络，实现双向高导热性能。工艺流程包括湿法球磨、定向冷冻、解冻凝胶化及致密化成膜（图2）。HgD ANF/BNNS在层状结构中展现出较高的面内堆叠取向度，并存在明显的层间声子桥接网络，有效提升了声子传输效率，实现双向高导热的关键。

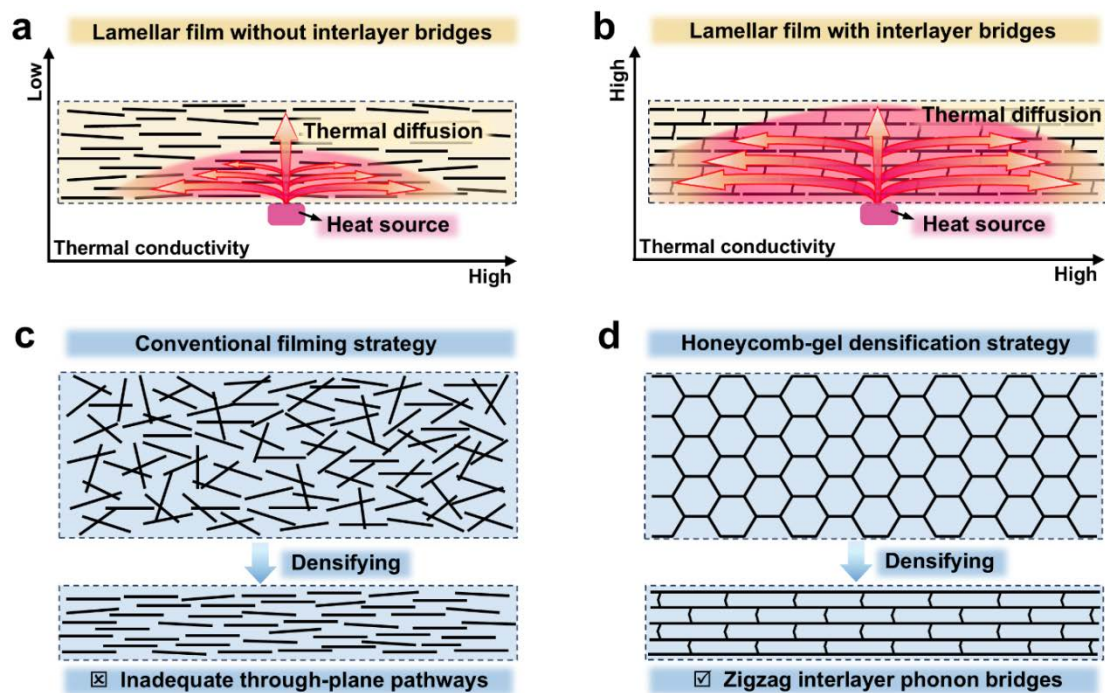


图1. 不同层状结构热管理材料的热传输过程及制备策略

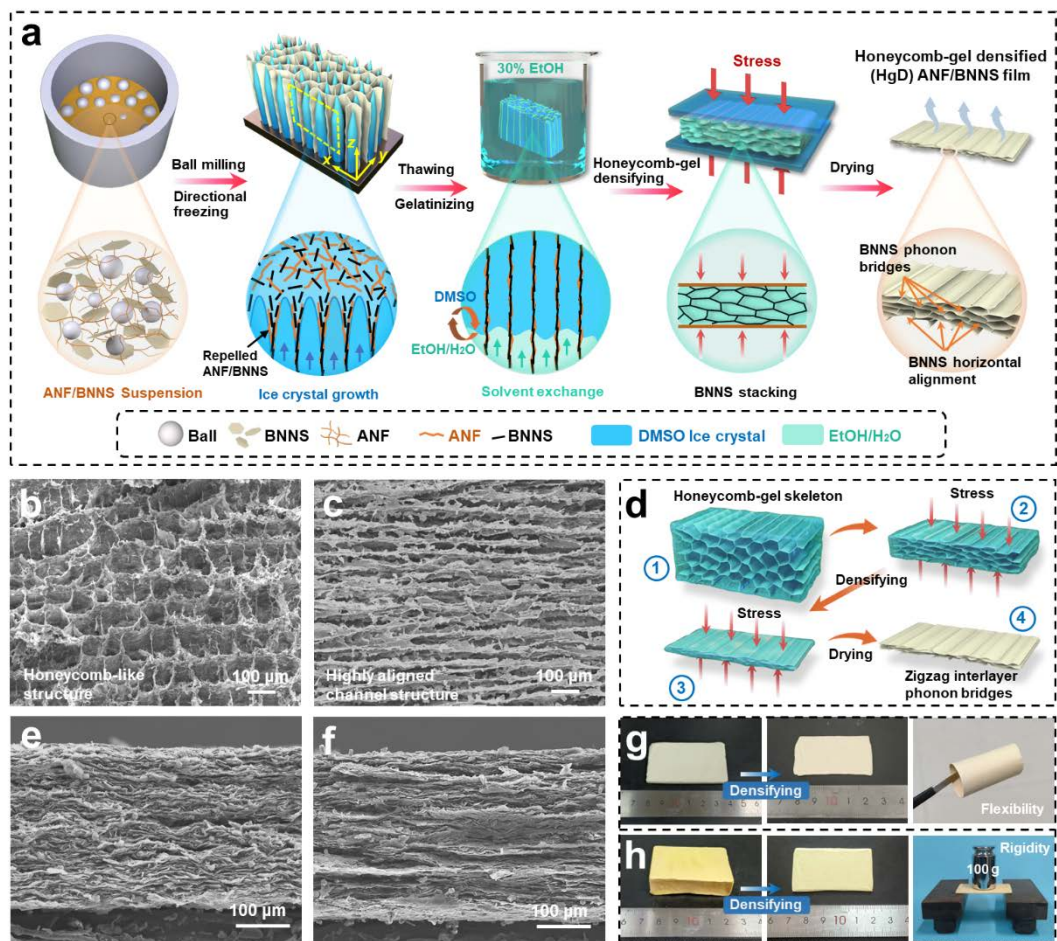


图2. 基于蜂窝凝胶致密化 (HgD) ANF/BNNS复合膜的制备与结构演变

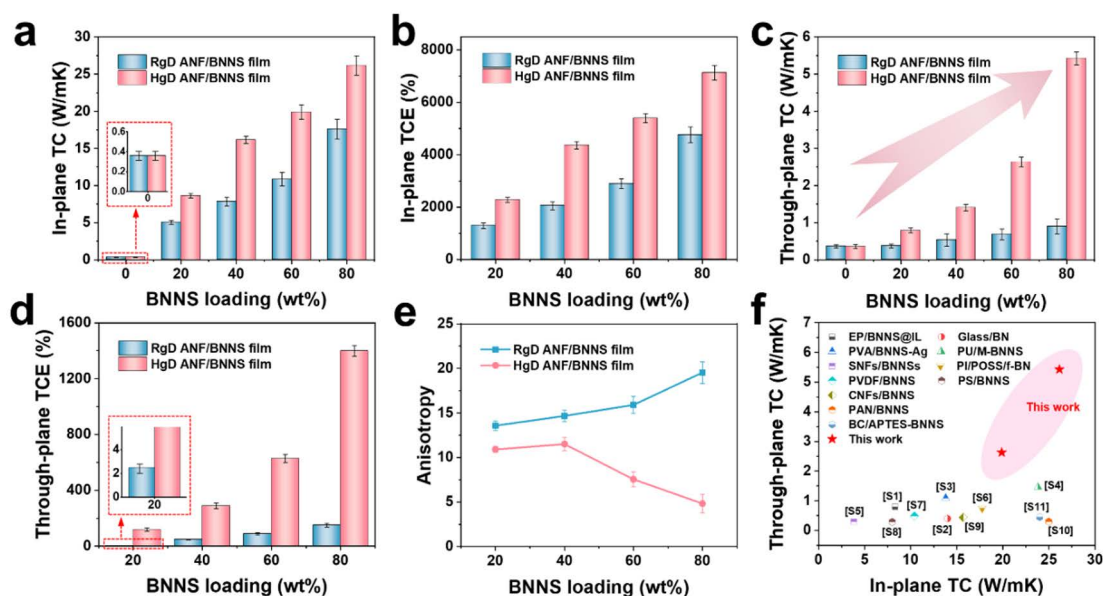


图3. HgD ANF/BNNS复合膜的双向高导热性能

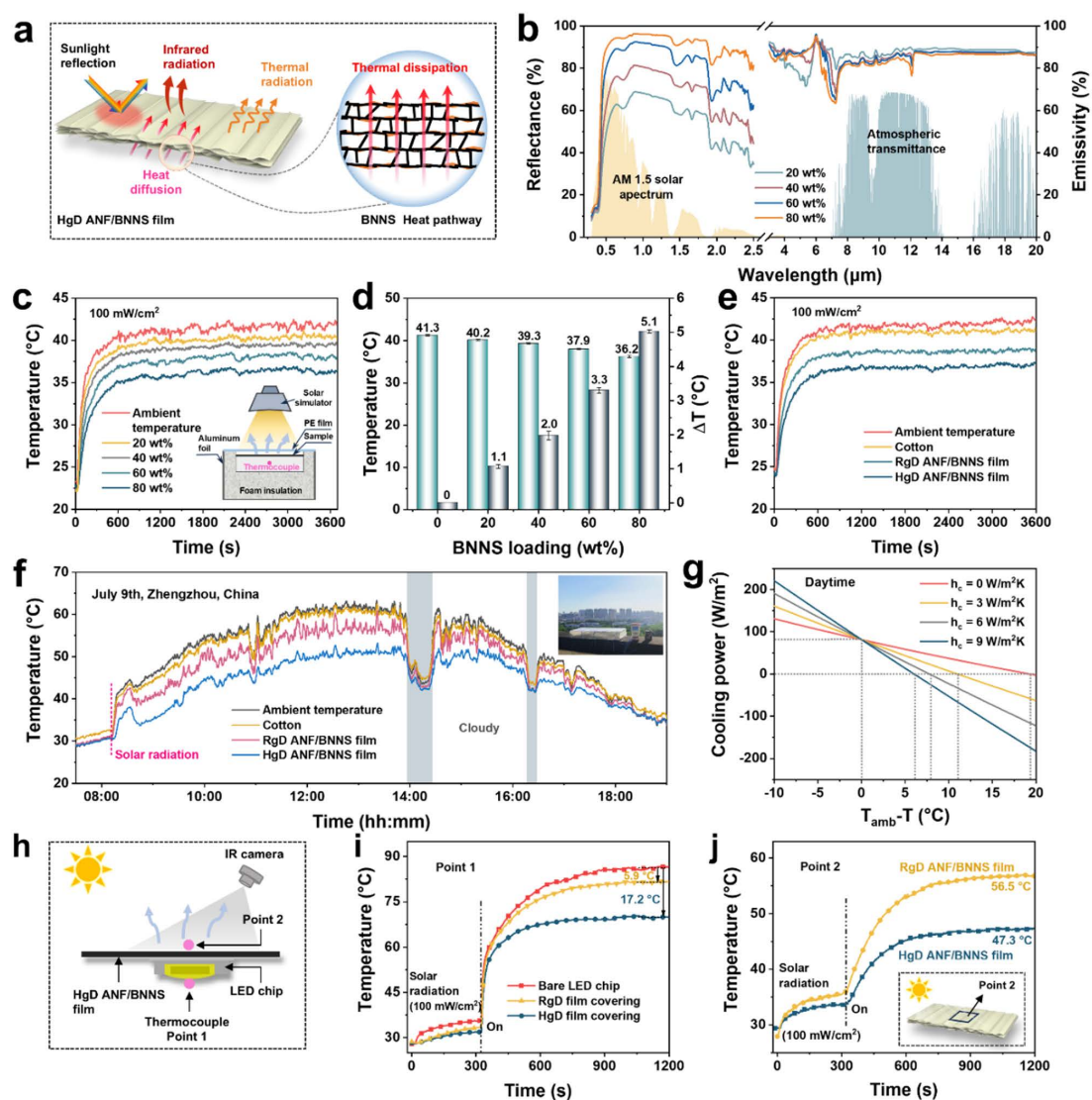


图4. HgD ANF/BNNS复合膜的辐射冷却性能

致密化诱导形成的BNNS高度取向排列，以及压缩蜂窝壁所形成的层间声子桥，实现了HgD ANF/BNNS复合膜较高的面内（26.16 W/mK）和面外（5.43 W/mK）导热系数。与已报道的BNNS基导热复合材料相比，HgD ANF/BNNS复合膜在面内/外方向均展现出更为优异的导热性能。通过对热传导过程进行模拟和实验验证，表明热量可在构建的面内热通路与层间BNNS声子桥接网络实现快速扩散，显著提升了整体热传导效率（图3）。

BNNS堆叠结构所实现的双向高效散热性能，以及多波段光反射与散射效应，HgD ANF/BNNS复合膜实现了低于环境温度超过10℃的冷却效果（图4）。将发热电子元件置于复合膜下方，两者均表现出明显降低的表面温度，表明其高效的辐射冷却特性与双向导热能力可协同促进发热器件的热量快速耗散，进一步拓展了其在多功能热管理领域的应用前景。

上述研究工作成功开发了具有面内/面外双向高导热特性的层状热管理复合膜，在层状热管理材料的

层间结构设计与电子设备热管理应用方面取得重要突破，通过集成双向高导热与辐射冷却效能，为电子设备提供了“主动散热-被动降温”一体化热管理方案。

相关成果以“Efficient thermal management of electronic devices by constructing interlayer phonon bridges”为题，发表于《Nature Communications》（Nat. Commun. 2025, 16, 10533）。郑州大学橡塑模具国家工程研究中心韩高杰博士与博士生程洪利为共同第一作者，郑州大学冯跃战教授、刘宪虎教授、刘春太教授及华中科技大学陶光明教授为共同通讯作者。



（识别二维码获取原文）

（信息来源：郑州大学）

香港城市大学吴伟教授团队与南京大学朱嘉教授团队合作， 在 Nature Communications 发表最新成果

研究速览

香港城市大学吴伟教授团队与南京大学朱嘉教授团队合作，在Nature Communications发表最新成果。提出了一种“电转水电池”，利用廉价的氧化镁砖在电价低谷期存储热能，并驱动一种新型抗结晶吸附剂进行多级高效大气集水。该系统不仅解决了可再生能源消纳难题（储能成本极低），还创下了主动式大气集水的最低能耗记录（1.13 kWh/kg），为解决全球可再生能源利用与水资源危机提供了一条极具商业前景的新路径。

nature communications



Article

<https://doi.org/10.1038/s41467-025-66053-8>

Multi-stage power-to-water battery synergizes flexible energy storage and efficient atmospheric water harvesting

Received: 15 April 2025

Haosheng Lin^{1,2,7}, Yan Song^{3,4,7}, Zhixiong Ding¹, Yunren Su¹, Zengguang Su¹,

Accepted: 27 October 2025

Fuxiang Li¹, Jia Zhu^{3,4,5,6} & Wei Wu^{1,2}✉

痛点：当“弃风弃光”遇上“极度缺水”

在全球许多地区（如中国西北、中东），存在一

个尴尬的“水-能错配”现象：这里拥有最丰富的太阳能/风能资源，却也是水资源最匮乏的地区。一方面，可再生能源具有波动性，甚至导致电网在低谷期往往需要“弃风弃光”，造成巨大浪费。而且现有的储能技术仅能存储电力，无法直接应对水资源危机，且受限于地形或高昂成本。另一方面，这些地区严重缺乏水资源，现有的水生产技术（如集雨、捕雾、海水淡化等）严重依赖地形。大气集水（AWH）技术不依赖地形，但被动式大气集水受限于太阳能密度低和不可控，难以扩展，且产水量低；主动式大气集水技术虽然产水快，但能耗极高（每吨水需消耗2~10兆瓦时电力），导致能源成本极大，难以大规模推广。

解决方案

针对上述痛点，本研究提出并验证了一种可扩展、低成本且能同时输出淡水的储能新范式：“多级电转水（MSP2W）电池”。该系统在电价低谷或弃风/弃光时段，将多余的电能转化为高温热能存储于氧化镁（MgO）砖中。在非存储时段，利用存储的热能驱动多级大气集水装置进行产水。由于氧化镁砖非常廉

价，因此极大地降低了大气集水技术的能源成本。经济性分析表明，在拥有丰富可再生能源盈余的地区，MSP2W技术不仅能缓解电网压力，还能以极具竞争力的成本（甚至优于海水淡化）提供淡水，展现了巨大的全球应用潜力，为推进大气集水技术的商业化落地提供了新思路。

重要创新

1) 高性能吸附材料：采用基于Reline的离子液体三元溶液（RTS），不仅吸水容量高，而且在低湿度下难结晶，结合特制的“三明治结构”吸附床（SLAB），结合喷淋和内冷却设计，将12小时吸附动力学提升143%。

2) 多级热回收设计：系统采用多级架构，利用前一级冷凝潜热驱动下一级解吸，大幅提高能源利用效率。以热力学方式证明多级热回收设计的极限。理论与实验均证明，三级结构在产水量和能耗之间取得了最佳平衡。

3) 系统级验证：实验原型机实现了3060 g/day的日产水量，完全满足成人日常需求，且比能耗仅为1.13 kWh/kg，优于现有的主动式AWH系统。经济性分析显示，在可再生能源富余地区，MSP2W的平准化水成本（LCOW）可低至 <20 USD/ton，具有与海水淡化技术竞争的潜力。

图文解析

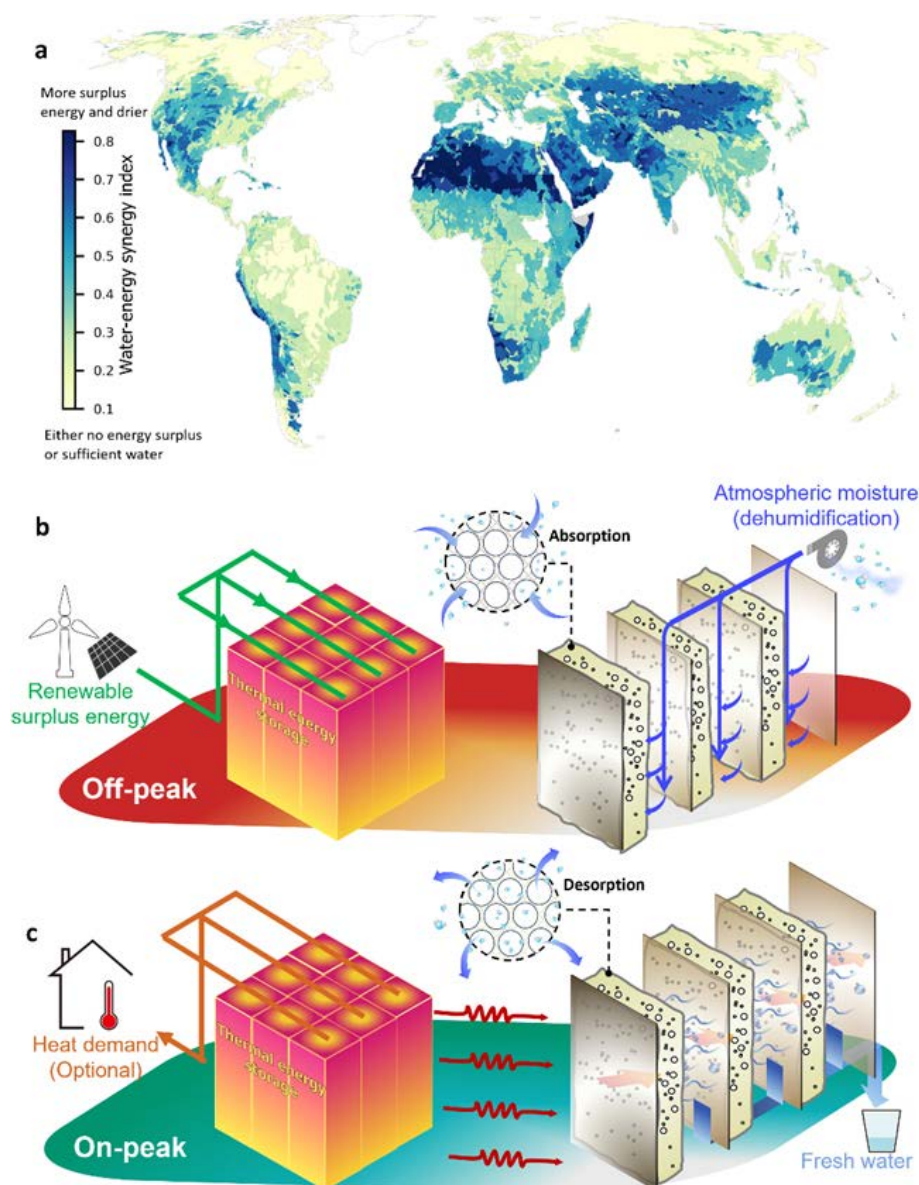


图1. 可再生能源丰富但水资源短缺地区的水-能协同机遇，以及采用 MSP2W 的相应解决方案。

(a) 全球视角下的水-能协同指数（WESI）。该值越大，表明该地区新能源过剩越多且条件越干燥；反之，该值越小，表明新能源过剩越少（或水资源越丰富）。

(b) 提出的 MSP2W 旨在以经济高效的方式存储剩余的可再生能源，用于基于吸附的大气集水。在非高峰时段，可再生能源以高温热能的形式存储。同时，MSP2W 从周围环境中吸收水分。

(c) 在高峰时段，存储的热能用于多级集水器的解吸。

图2. 多级大气集水装置 (MSAWH) 极限的理论分析。

(a) MSAWH 的概念。

(b-c) 典型固体吸附剂在最佳级数和 25 °C (环境空气的温度和含湿量) 下的每日 AWH 极限。

(d) 不同级数下吸附剂层的压力-温度 (P-T) 分布。鉴于吸附剂的热阻被忽略, 不同吸附剂的温度和水蒸气分布是相同的。

(e) LiCl 在 1 级、2 级和 6 级配置解吸期间的吸水量变化。箭头表示解吸过程中 LiCl 吸水平衡状态的变化。

(f) 基于固体 (沸石) 吸附剂的 MSAWH 在 25 °C 和三种不同平衡含湿量下, 不同级数的产水量。

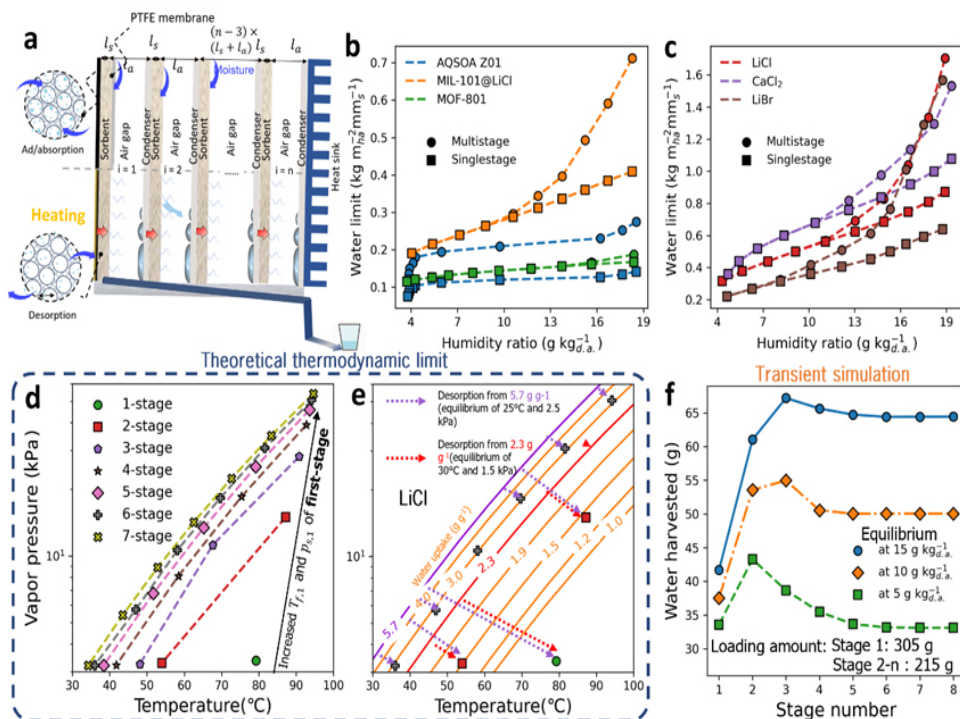


图3. RTS 和 SLAB 的制备与表征。

(a) RTS 由两种强吸附剂组成: Reline 和 LiCl, 具有高吸附容量和低结晶温度。

(b) LiCl 溶液和 RTS 的结晶曲线。

(c) LiCl 溶液、Reline 和 RTS 的 FTIR 光谱曲线。

(d) RTS 和 DES 的蒸汽吸附等温线。

(e) RTS 与最先进吸附材料的吸水量比较。

(f) SLAB 示意图。

(g) 不同因素对 SLAB 吸附动力学增强的贡献。

(h) 不同相对湿度下 SLAB 的吸附动力学。

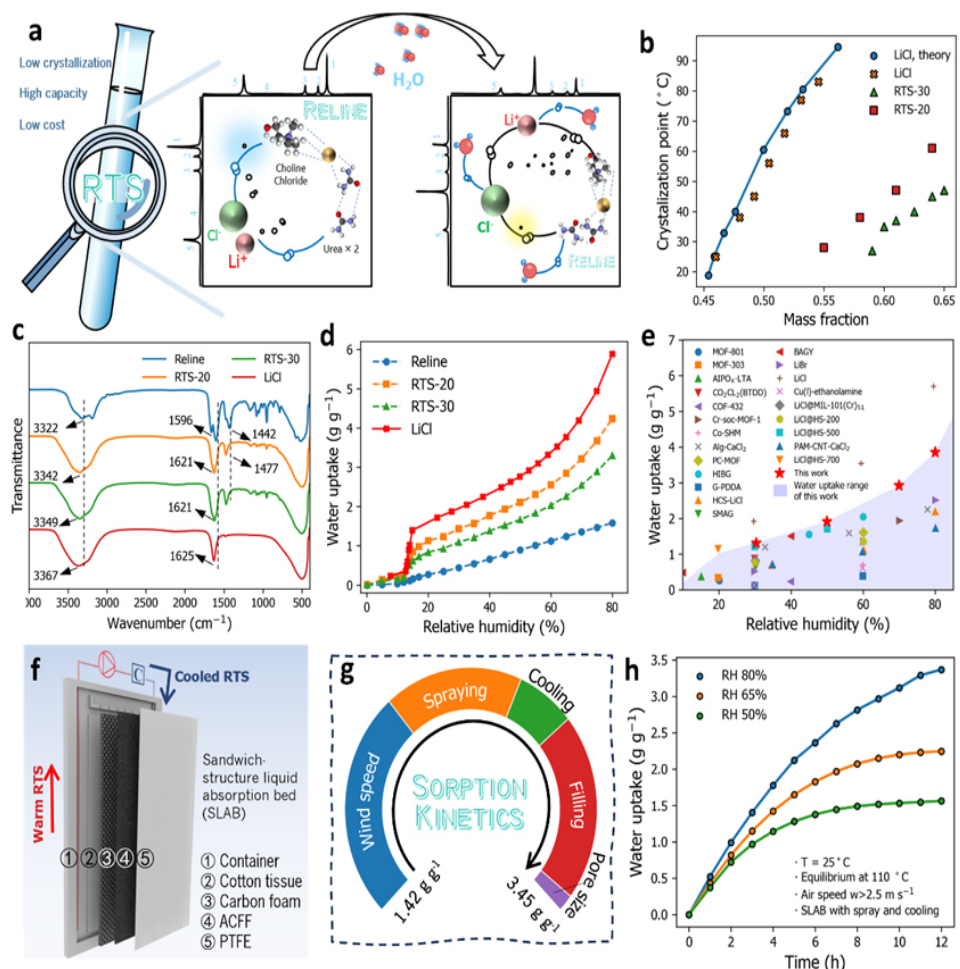


图4. MSAWH集水器的设计与优化

(a) 模块化集水器示意图。

(b) 模块化集水器样机照片。

(c) 各种设置和相对湿度条件下的日产水量比较。

(d) 各种设置和相对湿度条件下的比能耗比较。

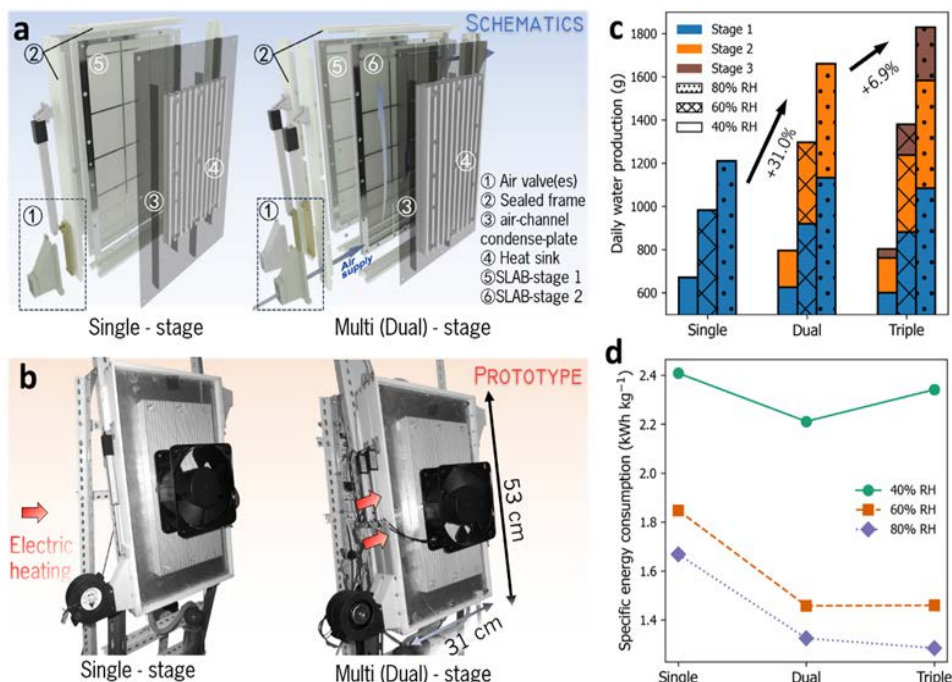


图5. MSP2W 电池样机性能

(a) MSP2W样机的照片和截面示意图。

(b) 储能过程中存储单元的温度变化。插图显示了不同测量点的俯视图。

(c) 氧化镁基 TES 的成本 (以美元 \$ 计) 随存储容量和高宽比的变化。插图是高宽比的示意图。

(d) 三级 P2W 电池的温度变化和产水量。上图显示吸附剂和冷凝器的温度；下图显示收集和累积的水量。

(e) 与旨在增强动力学的最先进被动式 AWH 技术在单位加热面积集水量、单位吸附剂集水量和日产水量方面的比较。

(f) 与最先进的主动式 AWH 技术在比能耗、每千克吸附剂集水量和日产水量方面的比较。

(g) 不同 ESS 的 ESD (储能密度) 和 CPE (单位储能成本) 比较。绘制的技术包括氢气、锂离子电池 (磷酸铁锂 (LFP) 和镍锰钴 (NMC))、铅酸电池、全钒液流电池 (VRFB)、抽水蓄能 (PHS) 和压缩空气储能 (CAES)。假设输出电力是通过 COP 为 3 的蒸汽压缩热泵以冷凝方式产生水。误差条代表四分位距, 定义了源自输入数据不确定性的可能值的中间50%。

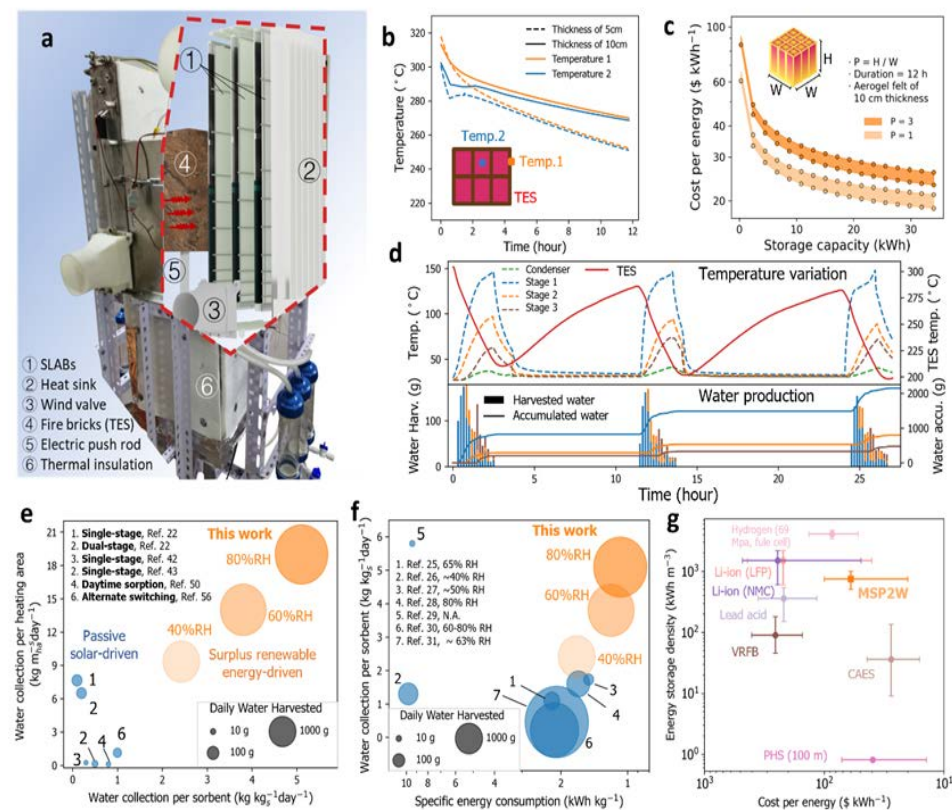
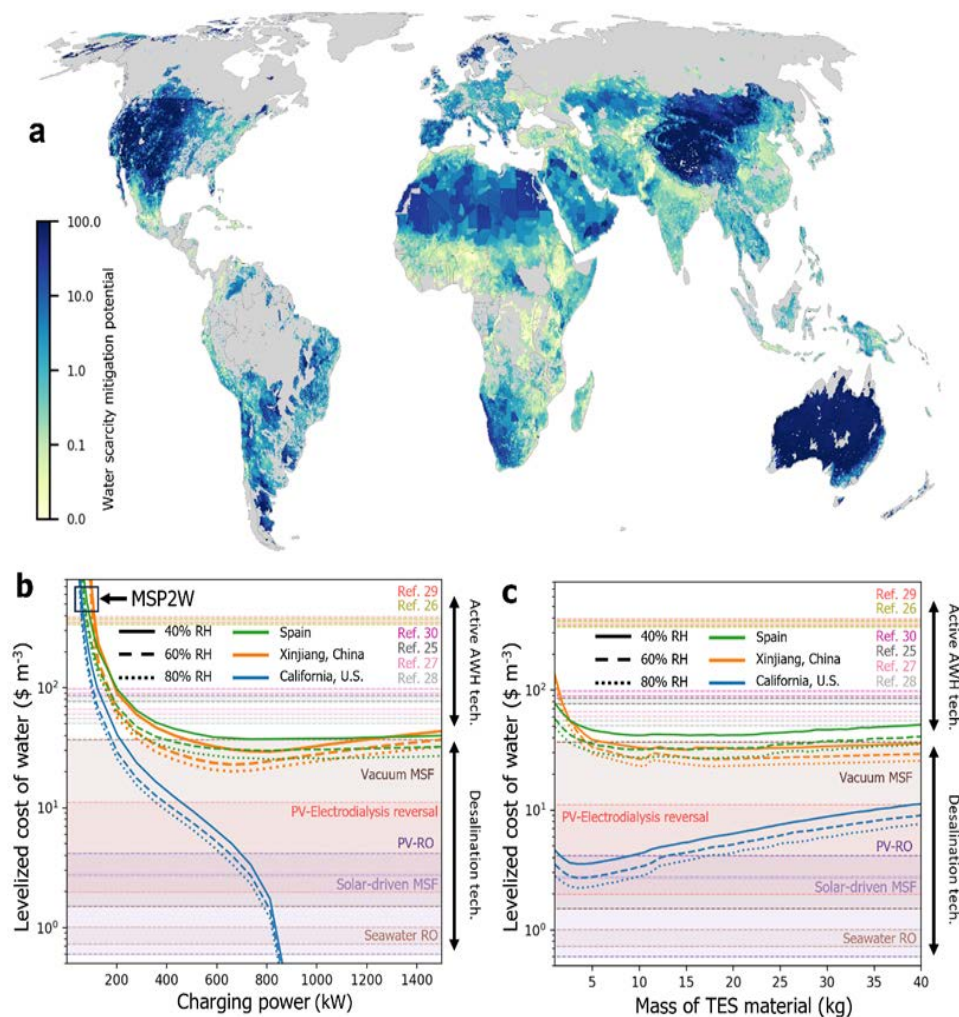


图6. 全球水资源短缺缓解潜力 (WSMP) 评估及 MSP2W 的平准化水成本

(a) MSP2W 电池的 WSMP 评估。地图突出显示了 $WSEI > 0.25$ 的地区，在这些地区，MSP2W 技术可以通过利用可再生能源显著缓解水资源短缺。 $WSMP > 1$ 的地区理论上具有通过每人每年提供 185 吨水来完全解决水资源短缺的潜力。

(b) MSP2W 电池在不同充电功率下的平准化水成本与现有主动式 AWH 技术和海水淡化技术的比较。

(c) MSP2W 电池在不同热能存储容量下的平准化水成本与现有主动式 AWH 技术和海水淡化技术的比较。



作者简介

香港城市大学林昊晟博士与南京大学宋琰助理教授为论文的共同第一作者，香港城市大学吴伟教授与南京大学朱嘉教授为论文共同通讯作者。

林昊晟，现任香港城市大学能源及环境学院博士后研究员。他先后在湖南大学获得学士和硕士学位，并于香港城市大学获得博士学位，师从吴伟教授。他的研究聚焦于储能系统设计、热质耦合机理与多功能器件开发，致力于能源-水-环境交叉领域的可持续发展创新。目前已发表SCI论文20余篇，其中以第一作者在Nature Communications、Matter、The Innovation等高水平期刊发表论文9篇，相关工作已获中美专利4项。其研究成果荣获日内瓦国际



发明展金奖、亚洲国际创新发明金奖、联合国亚太经社会能源转型之声一等奖、香港城市大学杰出学术奖学金等多项荣誉。

宋琰，南京大学能源与资源学院助理教授，主要从事关键资源绿色开发研究，其团队研发的“界面光热盐湖提锂技术”通过微纳结构材料实现太阳能驱动锂离子高效提取，相关成果发表在顶级期刊《Science》，获2025年第50届日内瓦国际发明展金奖。



吴伟，博士，香港城市大学长聘副教授，博士生导师，硕士项目主任，国家优青。华中科技大学学士，清华大学博士，美国马里兰大学访问学者，美国国家标准与技术研究院客座研究员。研究方向包括高效热

泵、高密度储能、先进热管理、可再生能源利用、零能耗建筑等。发表SCI论文150余篇（Nature Communications, The Innovation, Matter, Device等），出版Springer Nature、Elsevier专著2部，授权/申请中美专利26项，获国际发明金奖9项。获国际制冷学会青年奖、美国NIST杰出研究员奖、斯坦福Top2%顶尖科学家、全球能环优秀青年奖、可持续碳中和奖、全国暖通空调杰出青年、全国超材料优秀青年、城大能环杰出创新奖、城大能环优秀青年、清华特奖、清华学术新秀等荣誉。任SOLAR.E联合创始人，国际能源署SHC和HPT专家，ICEE国际会议共同主席，可持续能源发展国际会议组委会副主席。中国制冷学会青年工作委员会副主任委员，粤港澳大湾区工程热物理学会常务理事，Renewable and Sustainable Energy Reviews副主编，多个SCI期刊及《制冷学报》编委。



朱嘉，南京大学能源与资源学院院长、教授、博士生导师，国家杰出青年基金获得者，在基于微纳结构的光热调控方面开展了深入系统的研究，并取得了重要原创研究成果。教育部科技委委员，英国皇家化学学会会士，美国光学学会会士，先后担任Nanophotonics责任编辑、Advanced Photonics编委。其研究成果获2022年江苏省科学技术奖一等奖（第一完成人），近期获得的荣誉包括：科学探索奖、陈嘉庚青年科学家奖、美国光学学会青年科学家奖、江苏省五四青年奖章、麻省理工技术评论全球青年创新人物奖等。



（识别右侧二维码查看原文）



（信息来源：建筑能源与热管理微信公众号）

《中国制冷简报》稿件征集启事

《中国制冷简报》是由中国制冷学会主办的反映制冷空调行业综合信息的刊物，每年六期，逢单月出版。

本刊主要读者分布于各专业设计院、大专院校、设备制造企业、专业工程公司、制冷空调使用单位及与制冷空调专业相关的各个行业。发行量为10000册/期。目前主要有企业专题，人物访问，行业信息，学会动态，技术论坛，产品介绍，资格认证，标准指南，科技创新，专利推广，国际交流，展会、学术会议信息等板块。为充分利用《中国制冷简报》这个交流平台、加强各单位间的信息沟通和业务联系，现征集行业内广大企业信息稿件，来稿应能反映我国制冷行业新发展、新气象。如新产品发布、新技术推广、专利发明、工作经验杂谈以及各类动

态新闻，凡学会团体会员均可免费刊登亦可指定单位内人员加入本刊通讯员，建立长期联系，定期提供、更新信息。

新闻稿件应真实、及时、简练扼要。学术论文稿件应立论科学、论据可靠、数字准确，并应为能公开发表的数据，如有引用文献资料需在文中标明。所有来稿均字数不限。

本刊反对一稿多投。根据著作权法的有关规定，编辑部对来稿有权做文字性和技术性的修改、删节。如有特殊情况请在稿件附言中注明。

稿件一经录用将酌情发放稿费。为了提高办公效率，本刊一律使用电子信箱投稿。

编辑部 E-mail: wfan@car.org.cn.

绝对零度为啥是 -273.15°C ? 还有零有整的?

很多人都听说过绝对零度，还知道绝对零度等于 -273.15°C 。你有没有想过，为什么是“ -273.15 ”？这个有零有整的数字是怎么得到的？另外，绝对零度是仅存在于理论中的，那么人类到目前为止能够达到的最低温度是多少？如何能达到接近绝对零度的极低温度？

作为一名制冷人，我想结合我的理解，来跟大家讨论讨论这几个“冷知识”。

绝对零度为啥是零下 273.15°C ?

要想搞明白绝对温度，首先需要明确什么是温度，以及怎样测量温度。温度是描述冷热程度的基本物理量，也是微观粒子运动的宏观表现。同时，温度的计量主要利用不同温度下材料的性质变化，比如传统的温度计就是利用水银随体积随温度变化制成的。



图1 水银温度计（图片来源：UCSF）

温度计量的基准体系称为温标，例如华氏温标、摄氏温标和开尔文（绝对）温标等。在没有温度计的古代，人们认识到人体温度基本恒定，也是一种朴素的温度标准，并用于养蚕、发酵、诊断疾病等生产生活中对较高精度温度的控制。

生活中使用范围比较广的摄氏温标，是以水的冰点和沸点作为两个基准点，中间等百分比划分，每一份为 1°C 。摄氏温标的发明人是安德斯·摄尔修斯（Anders Celsius），他最初定义冰点为 100°C 、沸点 0°C ，主要是为了冬季温度数值不出现负数。卡尔·冯·林奈（Carl von Linné）根据实际使用习惯，将冰点和沸点分别修正为 0°C 和 100°C 。这说明，实际上摄氏温标是具有主观性的，它并没有触及温度的本质。



图2 安德斯·摄尔修斯，他最初制定的温标和今天使用的摄氏温标其实是相反的
（图片来源：Wikipedia）

理论上讲，找到一个最低温度，将其定义为0，这样一来，任何低温都不会是负数了——这个最低温度就是绝对零度。首次提出绝对零度概念的科学家是法国物理学家纪尧姆·阿蒙东（Guillaume Amontons）。



图3 阿蒙东展示他在1690年的一项发明
（图片来源：Hulton Archive）

阿蒙东通过空气温度计校准实验发现，“温度每降低一定值，空气压力也等比例降低”。由此推测，如果持续降低温度，空气压力将在某一有限温度下降至零。他估算的绝对零度为 -240°C ，此时气体压力将为零。

阿蒙东指出，“气体压力不可能为负值，因此必然存在一个最低温度，任何物质都无法冷却至该温度以下”。他开创了热学定量研究的先河，成为从自然哲学向近代热物理学过渡的关键节点。

从微观角度理解，在恒定压力下，气体的体积随着温度的降低而缩小，所以直观来看，当每个气体分子无限接近的时候，气体的体积就不可以压缩了，温度也就不可能降低了，这个温度就是绝对零度。通过在室温附近测量气体体积膨胀与温度的关系，将呈现出的线性关系进行外推，可以估算出绝对零度对应的摄氏度。

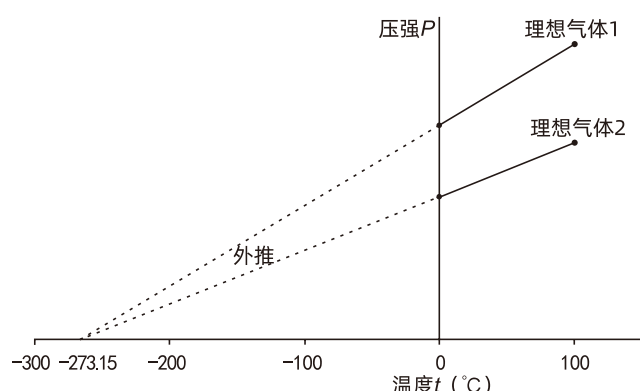


图4 通过外推理想气体膨胀的线性关系得到绝对零度

科学家经过精确测量得出，温度为0 °C时，常见气体（如氮气、氢气等，在室温下可视为接近理想气体）的体膨胀系数为 $1/273.15$ ——这表示在压强不变时，温度每升高1 °C，其体积相对变化量约为0 °C时体积的 $1/273.15$ 。

由此反推得出，绝对零度对应-273.15 °C。之所以出现小数，主要是因为摄氏温标以水的冰点和沸点作为两个点，进行百分比划分的缘故。

在人类首次提出“温度存在下限”科学猜想的150年后，开尔文勋爵（即威廉·汤姆森，William Thomson）受卡诺循环理论的启发，构想了一个理想的热机循环，并论证了其效率只取决于两个热源的“温度”，而与工质的性质无关。由此，他提出了一种不依赖任何物质特性的绝对温标的概念，即热力学温标。

这种温标定义下的零点，就是工作物质在卡诺循环中向冷源释放全部热量时的温度，即绝对零度。

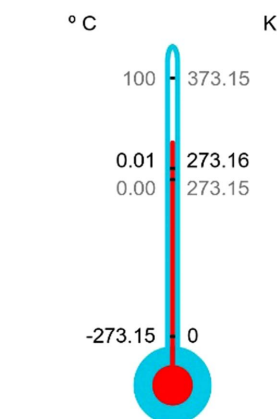


图5 摄氏温标（左）和开尔文温标（右）的数值换算关系

“宇宙中最冷的地方”……之一

虽然绝对零度在理论上是无法达到的，但人类从未放弃对极限的追求。在历史上，工业对大量廉价氧的需要推动了零下200 °C左右低温技术的发展，进而引发了向接近绝对零度不断挑战的研究。

2021年3月，德国科学家利用磁化约束铷原子气体云从122 m高的不来梅大学落塔上落下（创造微重力环境），达到38 pK (38×10^{-12} K)的极寒温度，误差为-7或+6 pK，整个过程持续2 s。这低于此前在实验室中创造过的所有低温条件，因此该团队将其称为“宇宙中最冷的地方之一”。

作为对比，宇宙背景平均温度为2.725 K (-270.425 °C)。目前人类观测到的宇宙中最冷的天然天体是距地球约5000光年的布莫让星云（Boomerang Nebula），温度低至1 K (-272 °C)。

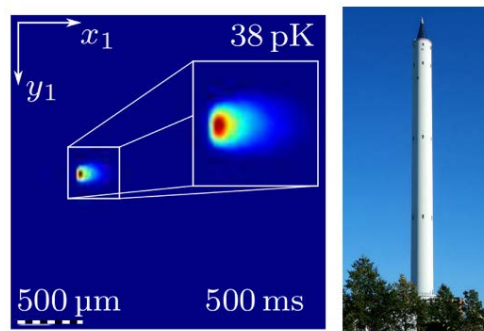


图6 38 pK的磁化气体（左）和不来梅塔（右）
（图片来源：参考文献[1]）

于2018年5月发射的美国冷原子实验室（Cold Atom Laboratory），目前报道的最低温是52 pK (± 10 pK)。在接近绝对零度时，原子几乎停止振动，达到一种称为玻色-爱因斯坦凝聚态的状态——物质的第五种状态。科学家通过测量BEC的温度，进而逼近绝对零度。在国际空间站冷原子实验室的微重力环境下，BEC可以存在更长的时间。

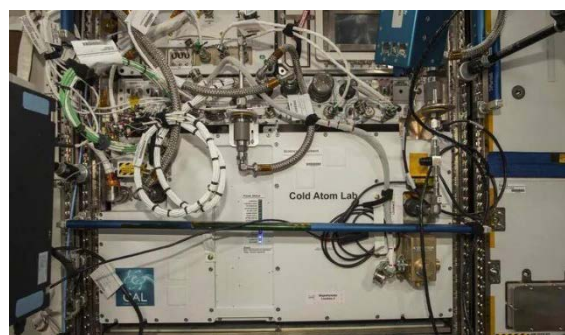


图7 美国国家航空航天局（NASA）的冷原子实验室
（图片来源：NASA）

也许说有一个“最冷”并不妥切。温度的世界记录涉及科学、技术、工程等方面的复杂性、真实性、客观性以及相对统一的看法。

另外，从数据精度上，这些极低温均为间接测量，通过原子密度或速度分布，遵循玻尔兹曼定律反算出温度，所以在pK级温度下的误差或不确定度比较大，52 pK与38 pK大致处于同一区间。

现在想要得到一个最低温的世界纪录，最理想的结果是有新的方法出现，把温度进入飞开级（10~15 K）。

为什么我们一直在追求低温？

对极低温度的追求，并不仅仅只是人类对物理极限的挑战。杜瓦曾预言，越接近绝对零度，温度尺度下的“科学探索空间就越广阔”，也就是说在低温环境下蕴含着更多待发现的新物理。低温技术如同“解锁自然”的钥匙。这是因为温度降低，物质的微观特性就暴露出本真的样子。

随着液氦温区低温制冷技术的发展，人们发现了超导等新的物理现象，每隔一段时间，就会有低温的相关研究获得诺贝尔奖。粒子物理科学、量子物理、材料科学和生物医学等微观结构成像都离不开低温技术。可以说，“创造低温，就是创造认知自然新的可能性”。

以量子计算为例。“低温物理与信息处理具有先天和内在的关联”，现代低温技术的起源也正是发展半导体信息技术的需要。低温在量子计算领域主要解决两方面问题。

量子计算的优势源于量子力学赋予的并行性和纠缠性。与经典比特只能表示0或1不同，量子比特可以同时处于0和1的叠加态。极低温环境是量子计算的基础条件，且只有在毫开级（mK）温度下，量子比特才同时出现0和1的叠加状态。



图8 搞量子计算的第一步——把“空调”打开，不过，温度要调到毫开级哦

量子计算中部分场景用到的光子能量比可见光要小5个数量级。在如此低能的能级，要想保持其中量子态的相干性，环境中的噪声（涨落）就必须远低于这个能级差。如果清楚地看到一个量子电路中量子态的相干演化，所需环境温度一般需低至30 mK以下，越低越好。

更重要的是，量子计算的实用化需要解决量子比特的稳定性和纠错难题。量子比特极易受环境干扰，发生退相干效应则导致信息丢失。实验显示，目前单量子比特运算错误率已降至 0.000015%（相当于每进行 670 万次操作才出现一次错误），这一成果为量子计算满足实用需求奠定了重要基础。为提高量子比特的安全性等，通常需要环境温度远低于100 mK，10 mK稀释制冷机往往是超导量子计算机的标配。

我们研究啥？把“永久气体”变液体

说到低温技术，不能不提一种气体——氦气。

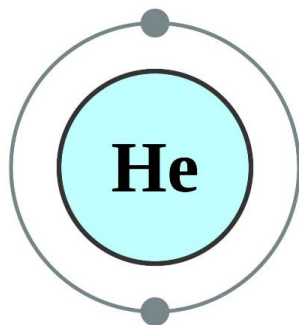


图9 氦气是沸点最低的气体，曾经被认为是“永久气体”。氦共有八种同位素，其中氦-4（ ^3He ）在常压下的沸点为4.2 K（约-269℃）。

从19世纪末到20世纪初，科学界出现了挑战液化“永久气体”的一场技术竞赛，在这个过程中，意外发现了超导现象，产生了经典物理学之外的新物理。可以说，液氦是打开超越经典物理的量子世界大门的一把钥匙。

从普通4K温度下的液氦到约2.17 K温度下的超流氦-4（氦-3超流温度为2.5 mK），会发生超越经典物理无法解释的物理转变，主要表现为液体将几乎失去粘性，导热性能急剧升高（是铜的800倍）等。

超流氦本质上是一种宏观尺度下可直接观测的量子效应，打破了“量子现象只存在于微观粒子”的常认知。直白来说，整个超流氦液体就是一个“大的宏观量子粒子”，其流动、导热等行为，不再遵循经典理论，而是遵循量子力学规律。这种量子性质使其常

用作先进高能物理研究的冷却介质。

由于氦-3 (^3He) 的超流温度很低, 约2.5 mK, 因此也可利用这个性质制作稀释制冷机, 这是一种极低温制冷机, 可以提供量子计算等需要的低温环境。

液氦温区低温制冷和冰箱空调的基本原理类似, 也是通过制冷剂的热力学循环, 实现热量由低温环境向室温环境的转移。由于氦的沸点最低, 在很低的温度下不会冻成冰, 导致管道堵塞而无法循环, 所以氦气通常作为1.8~20 K (-271~-253 °C) 制冷系统的工作介质。

最后, 分享一点中国科学院理化技术研究所低温制冷方面的一些工作。理化技术研究所主要关注液氢温度 (20 K) 以下的各种低温技术。简单来说, 就是通过将氦气压缩—膨胀—节流的方式, 将氦气转化为液氦。氢气液化的原理与之一致。



图10 氢气压缩机, 用于国内第一套每天可生产5吨液氢的氢液化器

(2023年, 图片来源: 作者提供)

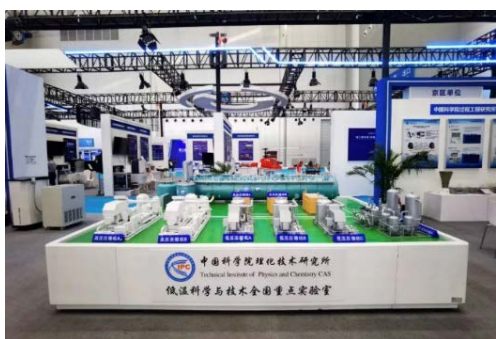


图11 液氢温区千瓦级氦制冷机模型

(图片来源: 新华社)

图12是我国首套氢膨胀5吨/天氢液化系统模型。液氢产能5吨是什么概念呢? 根据公开资料, 有“冰箭”美誉的长征五号B运载火箭的芯一级液氢加注量约为24.7吨。这套设备比目前某现场液氢燃料生产要大一

倍, 这就意味着我们为将来发展探月工程、火星探测以及更远的深空探测做好了燃料供应准备。



图12 全国产5吨/天氢液化器(模型)在中国科学院科学节展出

(图片来源: 作者提供)

总之, 低温制冷应用是非常广泛的, 未来可能催生很多重要突破, 最典型的代表是可控核聚变、粒子物理和超导研究等方面, 让我们一起期待。

参考文献

[1] Asenbaum, Peter et al. Atom-Interferometric Test of the Equivalence Principle at the 10-12 Level. Physical review letters vol. 125,19 (2020): 191101. doi:10.1103/PhysRevLett.125.191101

作者简介

胡忠军, 中国科学院理化技术研究所教授级高级工程师。

现任中国制冷学会科学家精神宣讲团首席科学家。长期从事液氢液氦温区大型低温技术研究, 解决了氦气高效压缩等关键核心技术问题, 曾主持国家自然科学基金、国家重大科研装备研制课题等十余项科研项目。曾获中国科学院杰出科技成就奖、北京市等省部级科技进步奖二等奖、全国科学实验展演一等奖等。参与工程哲学和热力学科技史等研究, 2021年以来参加多场弘扬科学家精神巡讲活动和科学实验等各类科普活动。

(信息来源: 科学大院微信公众号)



“第二届冷风机产品技术和标准研讨会”在郑州召开



2025年10月23日，天津商业大学联合中粮工科检测认证有限公司主办的“第二届冷风机产品技术和标准研讨会”在河南郑州召开。本届论坛就冷风机行业未来标准、技术以及市场发展进行探讨。

会上，产业在线制冷事业部产品经理王明乾、中

粮工科检测认证有限公司总经理助理马超、天津商业大学孙志利教授、西交利物浦大学黄龙教授、济南百福特制冷设备有限公司唐振兴副总经理、天津市工峰制冷技术有限公司郝明高级工程师分别以“中国冷风机市场需求与行业发展分析”“冷风机领域标准构建分析”“冷风机性能提升技术研究进展”“蒸发器（冷风机）自主仿真设计系统开发研究”“冷风机行业状态与研究”“冷风机在工程应用中的几点建议”为题作报告。

天津商业大学未来将持续在冷冻冷藏装备及工艺技术方面与国内外研究和应用平台开展合作，不断促进包括冷风机在内的关键装备的产品技术提升和标准规范制定，不断推动冷链行业发展。

（天津商业大学 供稿）

企业纵览

美的威灵汽车部件墨西哥基地首台产品下线

2025年11月28日，美的集团工业技术事业群旗下威灵汽车部件位于墨西哥蒙特雷的海外基地正式投产，首台热管理系列产品顺利下线。这标志着威灵汽车部件为北美及海外新能源汽车客户建立起本地化服务与制造枢纽。从2025年4月开始建设到11月首台产品顺利下线，威灵汽车部件发挥“创新克难快”的精神，在年内实现了墨西哥基地的建设与投产，为贴近海外市场与客户、进一步推进全球化进程奠定基础。



自2018年成立以来，美的威灵汽车部件致力于成为全球一流的新能源汽车核心零部件供应商，目前已在国内建成“合肥+安庆”双制造基地。此次墨西哥基地投产，不仅实现了“国内+海外”制造网络的联动，更能贴近北美主流汽车市场与客户，缩短交付周期，为海外客户提供更高效、快速、便捷的本地化服务。

在产品层面，威灵汽车部件持续深耕新能源汽车热管理系统与底盘执行系统等关键领域。其中热管理领域包括800V、400V平台的采用多种冷媒的电动压缩机、热管理集成模组、电子水泵、电子膨胀阀、电磁阀、水阀等产品，为整车热管理提供全面支持，此次下线的产品属于热管理领域的创新产品；在底盘执行系统，包括EHB制动电机、EPS电机等，满足电动乘用车底盘系统的高效驱动需求。

秉持“科技驱动万物，共创美好工业”的理念，美的威灵汽车部件将持续深化研发与智造能力，不断以创新的核心部件产品为新能源汽车的热管理、续航等核心痛点提供解题思路，为全球新能源汽车产业的高质量发展，为全球绿色出行注入更多力量。

（美的威灵 供稿）

汇聚全球智慧，赋能暖通发展——第23届MDV设计大赛圆满落幕

2025年12月10日，第23届MDV中央空调设计应用大赛颁奖典礼在海南海口举行，这场持续23年的行业盛事，不仅见证了暖通行业的技术变迁，更成为推动行业绿色转型的重要平台。

二十三载耕耘：搭建暖通行业创新平台

MDV中央空调设计应用大赛由中国暖通空调产业技术创新联盟与美的楼宇科技联合主办，历经23载发展，大赛已成为汇聚行业创新成果与智慧的重要平台，累计超9万人参与，从一个国内专业赛事，成长为覆盖多系统、连接产学研的全球性平台。

本届赛事历时4个多月，跨越全国29个分会场，共征集到超过1000份海内外参赛作品，经过严格筛选，589份佳作进入全球终审环节。最终，由37位行业资深权威专家组成的评审团，以严谨公正的专业态度，评选出国内外共305个获奖名额，总奖金池约110万元人民币。

拓宽行业边界，赋能千行百业绿色发展

随着国家“双碳”战略的深入推进，暖通空调行业的角色正从单一的温度调节向综合能源管理转变。MDV大赛敏锐把握这一趋势，不断拓宽技术应用边界，推动暖通解决方案在更广泛领域的创新应用。

从传统商业建筑到工业制造、智慧农业、轨道交通、数据中心等多元领域，MDV大赛见证了暖通技术的跨界融合与创新突破。在本届大赛中，华南理工大学建筑设计研究院有限公司主导设计的珠江新城B1-1地块项目和上海建筑设计研究院有限公司主导设计的上海世博文化公园（雪野路以北）温室花园项目分别斩获国内“金铅笔”大奖，这两个项目充分展现了暖通技术在不同领域的创新应用高度。

其中，珠江新城B1-1地块项目是一个融合多项关键技术实践的超高层综合体项目，面对复杂的建筑业态，项目采用互备技术提高冷源系统的稳定性，优化主机选型，并通过增设连通管保障特殊时段负荷需求。经过三个供冷季的运行验证，其空调系统达到了高效节能，荣获LEED-CS金级与LEED-EB铂金级双重认证。

上海世博文化公园（雪野路以北）温室花园项目是目前国内规模最大的复合型展览温室，总建筑面积约为3.7万m²。针对体量不同、高度各异的建筑和多样

化的植物生长环境要求，设计团队通过CFD模拟研究温室指导自然通风及夏季和冬季室内环境控制系统设计，确定全年各种工况下的室内环境控制策略。



全球精英共襄盛举，让中国暖通走向世界

在全球绿色转型浪潮中，中国暖通行业正加速国际化布局。MDV大赛自2021年起设立海外赛区后，影响力持续扩大，吸引了来自墨西哥、格鲁吉亚、阿联酋、印尼、马来西亚等全球多国设计精英的积极参与。本届大赛中，Primetech Engineers Sdn Bhd主导设计的马来西亚吉隆坡“The Exchange 106”超高层建筑项目荣获海外金铅笔奖，便是杰出代表。

这座106层的摩天大楼通过应用高效冷水机组、需求控制通风、凝结水全量回收等尖端节能技术，实测建筑能耗强度（BEI）为113千瓦时/平方米/年，优于设计模拟值119千瓦时/平方米/年。项目已获得绿色建筑指数（GBI）金级认证，并斩获CTBUH“400米以上最佳高层建筑”与“MEP工程”两项卓越奖，彰显其在可持续设计与创新工程领域的领先地位。

本届大赛国内专业组还首次设立海外拓展奖。在当前国际国内双循环的大背景下，这一举措意义重大，旨在鼓励更多中国暖通设计力量与服务方案走向世界。

通过汇聚全球优秀设计师的智慧，MDV大赛推动了众多创新项目的实际应用，为建筑行业的绿色发展提供了丰富思路和方法。未来，MDV大赛将继续秉持创新理念，不断优化赛事设置，吸引更多国内外优秀人才参与，进一步促进产学研用的深度融合。在全球化浪潮下，MDV大赛将持续发挥平台作用，推动中国暖通空调行业在国际舞台上绽放光彩。

（美的楼宇科技 供稿）

广告征集启事

《制冷学报》是经中国科学技术协会和国家科技部批准的由中国制冷学会主办的国家一级学术期刊，创刊于1979年，双月刊，大16开本。《制冷学报》主要反映制冷科技领域中低温与超导、制冷机器与设备、食品冷冻、冷藏工艺、冷藏运输、空调热泵、低温医学及器械等方面的科学技术研究与应用、科技动态和信息报道以及学术技术交流活动等。

《制冷学报》主要读者分布于各专业设计院、大专院校、设备制造企业、专业工程公司、制冷空调使用单位及与制冷空调专业相关的各个行业。发行量为6000册/期。对中国制冷学会理事、各专业委员会、各地方制冷学会、学会团体会员和个人会员均免费赠阅。

《中国制冷简报》是由中国制冷学会主办的刊登制冷空调行业综合信息的双月刊，逢单月出版，发行量为10000册/期。它着力于介绍中国制冷空调领域的各类信息，刊登行业新闻及科技文章，旨在推动科技创新，推广应用技术，报道行业动态，促进业内交流。

《中国制冷简报》主要读者分布于各专业设计院、设备制造企业、专业工程公司、大专院校、制冷空调使用单位及与制冷空调专业相关的各个行业。《中国制冷简报》刊登大量实用型信息，主要有企业纵览，行业信息，学会动态，技术论坛，标准指南，科技创新，专利推广，国际交流，展会、学术会议信息等内容。本刊在中国制冷学会主办的各类会议以及中国制冷展上广泛赠阅。

名称	广告版位	色彩	尺寸(宽×高)	价格	备注
《制冷学报》	封底	四色	210×285mm	12000元/期	
	封二	四色	210×285 mm	10000元/期	
	封三	四色	210×285 mm	9000元/期	
《中国制冷简报》常规刊	封面	四色	200×200 mm	15000元/期	无折扣
	封面折页	四色	210×2×285 mm	15000元/期	
	封二	四色	210×285 mm	9000元/期	
	封三	四色	210×285 mm	8000元/期	
	封底	四色	210×285 mm	10000元/期	
	首插页	四色	210×285 mm	8000元/期	
	目次前页	四色	210×285 mm	8000元/期	
	中心跨页	四色	210×2×285 mm	10000元/期	
	插页	四色	210×285 mm	5000元/期	——
《中国制冷简报》专刊 (不定期出版)	封面折页	四色	210×2×285 mm	25000元/期	无折扣
	封二	四色	210×285 mm	15000元/期	无折扣
	封三	四色	210×285 mm	15000元/期	无折扣
	封底	四色	210×285 mm	20000元/期	无折扣
	首插页	四色	210×285 mm	15000元/期	无折扣
	目次前页	四色	210×285 mm	15000元/期	无折扣
	中心跨页	四色	210×2×285 mm	20000元/期	无折扣
	插页	四色	210×285 mm	10000元/期	无折扣
中国制冷简讯微信公众号	开篇	四色	900px×300px	800元/条	40条/年
	文末	四色	900px×300px	600元/条	40条/年
《制冷学报》网站 (www.zhilengxuebao.com)	首页	四色	395px×112px	2500元/周 5000元/月 10000元/季 20000元/年	首页第二屏 可外链

欢迎国内外企业刊登各类广告，展示企业品牌形象，中国制冷学会单位会员在《制冷学报》《中国制冷简报》（常规刊封面及专刊除外）、中国制冷简讯微信公众号、《制冷学报》网站发布广告可以享受八折优惠。

联系方式：

联系人：范薇

电话：010-68463224

传真：010-68434679

邮箱：wfan@car.org.cn

联系地址：北京海淀区阜成路67号银都大厦10层；100142

制冷学报

=2026年订阅开启=

为拓宽杂志订阅渠道、提升服务便捷性，《制冷学报》已开通微信小店，搭建起直接面向读者的线上订阅平台。依托微信生态优势，简化订阅流程，实现“一键下单-在线支付-物流追踪”全链路服务。

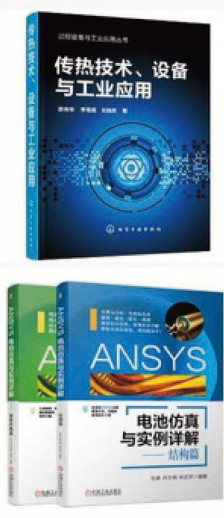
2026年《制冷学报》订阅已开启，欢迎广大读者积极订阅。
2026年2月15日前订阅者，编辑部将免费赠送一份行业资料。请扫描右侧二维码订阅。



制冷学报

JOURNAL OF REFRIGERATION
制冷学报
Zhileng Xuebao

中国制冷学会 主办



传热技术、设备与工业应用

ANSYS

电池仿真与实例详解

微信小店达人橱窗
微信扫一扫购物




迈向2035



建成科技强国

2035

2034

2033

2032

2031

2030

2029

2028

2027