

# 如何让机器之“血”畅通无阻

■本报记者 沈春蕾

“无摩擦是不可能的，但我们可以把摩擦系数做到非常低，比如我们已经在实验室里做到近十万分之一。”近日，在青岛召开的2024润滑技术大会上，中国科学院院士、清华大学特聘教授雒建斌在介绍其团队研究成果时说。

会上，多位院士、学者和行业代表围绕“现代机电装备发展面临的润滑技术挑战”进行了分享和交流。他们希望能碰撞出更多火花，推动有机器之“血”之称的润滑油在装备运行中畅通无阻。

## 航天运动部件 75%以上靠固体润滑

今年5月，神舟十七号多件舱外暴露实验装置及科学实验样品移交中国科学院兰州化学物理研究所（以下简称兰州化物所）进一步开展研究工作。据悉，神舟十七号舱外暴露实验样品包含固体润滑材料和新型超分子凝胶润滑材料。

“40年前，我刚到兰州化物所攻读研究生时，对固体润滑还陌生，只知道润滑油和润滑脂等液体润滑剂。”中国科学院院士刘维民说，“大家熟悉的铅笔，其主要成分石墨就是很好的固体润滑剂，滑石粉、二硫化钼等也是固体润滑剂。固体润滑不需要用油，免维护，在航天航空领域的用途非常广。”

刘维民曾任“神舟七号飞船固体润滑材料空间环境试验”项目及科技部“973”计划项目“高性能合成润滑材料设计制备与服役的基础研究”首席科学家。他表示，航天运动部件75%以上靠固体润滑，因为在超真空环境，液体润滑的挥发是不可避免的。另外，固体润滑在航空关节轴承里也有重要应用，这是一种滑动轴承，采用聚合物进行润滑。

“未来把固体和油脂润滑进行复合，有

望让润滑与设备同寿命，或者在一个长周期内实现免维护。让我国润滑技术能够满足国家需求，是我们追求的一个目标。”刘维民指出，“固体润滑仍存在很多科学和技术层面的问题，以及在苛刻环境条件下的评价问题，这些都需要予以关注。总体来讲，中国在固体润滑领域与国际相比差距并不大。”

## 希望润滑油的黏度可实时调控

“我不是做润滑油的，我是用润滑油的，润滑油是我们装备运行的‘血液’。”中国科学院院士、先进越野系统技术全国重点实验室主任毛明从使用者角度指出，降低摩擦、减少磨损不应该是润滑油的唯一功能，其他功能还包括传热、传动、传感等。

“用到传动这个功能时，我们特别希望润滑油的黏性能够小一点。”毛明解释说，“黏性过大会给装备设计带来很大麻烦，在低温启动时如果太黏，发动机转起来会很费劲；在高温时润滑油又变得很稀薄，没有办法起到润滑作用。因此，我们希望润滑油的黏度不要随着温度变化而发生剧烈变化。”

当听到中国科学院院士、中国科学院上海有机化学研究所所长唐勇团队做的润滑油基础油黏度可控可调时，毛明很高兴，他建议这个调控可以实时和智能化。“如果润滑油不仅流量、压力可控，黏度也能做到实时调控，那就太好了。”

然而，技术需要一步步突破，每一次进步都不容易。

“当高铁运行时速度达到400公里以上时，齿轮箱温度会超过120摄氏度，进而报警叫停运行中的高铁。”雒建斌称，该团队研究的超滑技术在实验室可以让齿轮箱温度降低15摄氏度，未来还希望实

现进一步突破。

雒建斌介绍：“超滑指滑动摩擦系数在千分之一量级甚至更小，传统润滑油的摩擦系数是0.01~0.1。如果实现超滑，会带来很多非常有益的效果。”

尽管已在实验室获得不错的数据，但雒建斌指出，实验室条件与实际工况条件有很大差异，超滑技术在复杂的实际工况条件下会受到很大限制，这就需要一个个攻关才能接近或实现实验室里的结果。

对于关节轴承，雒建斌团队也开展了相关研究。他们将超滑液体添加到胶囊里，再把胶囊放进关节轴承里，可以将摩擦系数降到千分之一量级。“如果在实际工况中可以实现，并应用于飞机上的各种关键轴承，不仅摩擦能可以降低，磨损也能大幅度降低。”雒建斌说。

## 润滑行业需要早日出台相关标准

近年来，润滑技术广泛应用于海洋工程装备领域。中国工程院院士、中国海洋大学教授李华军曾多次提出，要增强我国海洋工程及深海水下技术与装备的创新能力及影响力。

但润滑油在海洋环境下工作会面临诸多挑战。李华军表示，首先，从水面情况来看，高温高盐、生物附着、泥沙挟带等实际情况给海洋工程装备的润滑技术带来很大挑战。其次，海洋深达1万多米，水深压力大，也对润滑系统提出很高的要求，比如动态的密封等。此外，南北两极的温度最低可达零下90摄氏度，在这样的环境下作业对海洋工程装备的运行维护也提出很大挑战，要求润滑系统保持长效的稳定性、耐腐蚀性、抗低温性等。

作为用户，李华军表示，海洋工程装备

的润滑系统无论从技术前沿还是产业发展来看，未来都有很好的增长点，但前提是要克服上述挑战，因此需要多学科交叉融合，也需要产学研用结合。

当前，在“双碳”目标的牵引下，业界对润滑技术也提出了一些不同的要求，但国际上还没有统一的标准出台。

随着发动机新燃料的加入，哈尔滨工程大学原校长刘志刚认为，无论未来发动机用什么燃料，一定要有与之对应的润滑技术。由于发动机高强度带来的高功率、高密度使燃烧跟传统燃料的燃烧不同，其带来的燃烧温度、压力及各方面的运动都对摩擦影响很大，需要进行深度分析，建立摩擦润滑的模型，保证发动机正常运行。

清华大学车辆与运载学院教授师石金对插电式混合动力汽车专用发动机所需润滑油进行了分析。他表示，插电式混合动力汽车广受中国消费者喜爱，其专用发动机的工况有两种基本模式，一种是增程式，汽车大部分时间由电机驱动，发动机在亏电时才运转发电，运转的时间短，频率低，对润滑油的抗氧化、抗磨损要求与纯汽油车发动机的要求不同；另一种是插电串并联式，专用发动机需要频繁启停，对润滑油的需求与增程式要求也不同。

未来，插电式混合动力汽车专用发动机可能会采用碳中和燃料，如高比例生物乙醇含氧燃料，那么，专用发动机润滑油是否还需要考虑乙醇本身及其燃烧产物对润滑油的特殊需求？

师石金说：“未来发动机可能会采用氢或氨等零碳燃料，选择的燃烧模式也会更多，对应的润滑油需求也不一样，这需要润滑行业早日出台相关标准，规范和约束相关润滑技术产品。”

## 按图索技

# 超柔能量收集储存系统仅90微米厚

本报讯(记者刁雯蕙)近日，清华大学深圳国际研究生院副教授徐晓敏、周光敏团队提出了厚度仅90微米的超柔性能量收集-储存一体化系统(FEHSS)。该系统由超柔性高性能有机光伏组件与超薄锂离子电池集成，为开发新一代可穿戴绿色能源设备提供了新思路。相关研究成果发表于《自然-通讯》。

该研究中，超柔性有机光伏组件的单个器件光电转换效率达16.18%，黑暗惰性环境中超1500小时保持光电转换效率原始值的80%，在每平方厘米50毫瓦的光强下连续照明500小时后，光电转换效率保持初始值92%以上的高性能。

基于超柔性有机光伏单元，研发团队设计出可调功率输出的高性能有机光伏组件。以有效面积6.72平方厘米的组件为例，总光电转换效率达10.5%，峰值功率超68.9毫瓦，单位面积功率输出达每平方厘米10.2毫瓦。此外，超柔性有机光伏组件在不同光照强度下具备高效的功率输出及

优异的机械强度。

超薄锂离子电池由锌负极、二氧化锰-石墨正极和超薄凝胶电解质组成。团队开发了10微米厚度的超薄聚苯乙烯-氧化石墨烯水凝胶，具有优越的机械响应性，且超薄特性弥补了微小容量损失。基于10微米超薄水凝胶电解质构建的超薄锂离子电池，总厚度仅为85微米，具备良好的倍率性能和循环稳定性。

研究人员提出的FEHSS由超柔性有机光伏组件、超柔性有机光电二极管与超薄锂离子电池组成，3块超薄锂离子电池串联实现输出电压5.4伏特，光照充电具有可媲美传统电源的充放电循环特性。

此外，FEHSS可在自然环境下驱动多种电子设备，如集成于织物上可采集心电信号并实时传输至手机终端，也可在不干扰用户活动的情况下为智能手机、手表充电。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41467-024-50894-w>



皮肤上的FEHSS为智能手机充电的模拟场景。

科研团队供图

# 切还是不切？如何正确对待肺结节

■本报记者 张思玮

《2020全球癌症报告》中的数据显示，2020年全球肺癌新发病例数约221万，占癌症新发病例总数的11.4%。肺癌死亡病例数约180万，居癌症死亡首位。

2022年，中国肺癌新发病例数达106.06万，死亡病例73.3万。“大部分肺癌患者就诊时已处于肺癌晚期，错过了根治性治疗时机，究其原因主要是二级预防工作做得不够。实现肺癌早期诊断和治疗是提高肺癌5年生存率、改善患者预后的关键。”复旦大学附属中山医院教授白春学表示。

为此，中华医学会呼吸病学分会肺癌学组、中国肺癌防治联盟专家组组织多学科专家共同制定并发布《肺结节诊治中国专家共识(2024年版)》(以下简称《共识》)。近日，《共识》发表于《中华结核和呼吸杂志》。

## 结节大小与恶性概率相关

《共识》将肺结节定义为，影像学表现为最大径≤3厘米的局灶性、类圆形、较肺实质密度增高的实性或亚实性阴影，可为孤立性或多发性，不伴肺不张、肺门淋巴结肿大和胸腔积液。

为便于更好地指导分级诊疗工作，对肺结节患者进行精准管理，《共识》将肺结节中最大径≤5毫米者定义为微小结节、最大径5~10毫米者定义为小结节。

“结节大小与恶性概率明显相关。微小结节患者可在基层医院随访管理，小结节患者可在有诊疗经验的医院治疗。10~30毫米的肺结节则应尽早诊治，根据

实性和亚实性肺结节临床管理流程进行随访管理。”白春学说，根据密度，肺结节还可分为实性肺结节和亚实性肺结节，后者又包含纯磨玻璃结节和部分实性结节。

《共识》特别指出，针对难定性肺结节，即无法通过非手术活检明确诊断，且高度怀疑早期肺癌的肺结节，应采用多学科团队工作模式和医患共同决策的方式。

## 尚无有效生物学标志物

那么，该如何有效发现肺结节？《共识》推荐，采用胸部低剂量CT对肺癌高危人群进行筛查，同时，将我国肺癌筛查年龄降至40岁。具有以下任意一项危险因素，即吸烟指数≥400年支或20包年者；有环境或高危职业暴露史，如石棉、铍、钒、铀等接触者；合并慢阻肺、弥漫性肺纤维化或曾患肺结核者；曾患恶性肿瘤或有肺癌家族史尤其是一级亲属家族史者，都建议每年采用胸部低剂量CT进行筛查。

《共识》强调可通过外观评估和探查内涵两个角度判断肺结节的良恶性，包括结节大小、形态、边缘及瘤-肺界面、内部结构特征及随访的动态变化。同时，《共识》还增加了人工智能(AI)影像辅助诊断评估章节。

目前，中国国家药品监督管理局和美国食品药品监督管理局已批准了部分AI影像辅助诊断系统上市。与常规影像学相比，应用AI辅助评估和管理肺结节可以更精准判定肺结节最长径、体积和密度，可全面评估其边缘和浸润状态，并且能精准评估结节内血管及其生长状态。此外，AI

还具有三维立体重建、动态对比、深度学习、深度挖掘等优势。

遗憾的是，目前尚无公认的高敏感度和特异度的生物学标志物用于肺癌的早期诊断。但《共识》提出，有条件者可酌情进行胃泌素释放肽前体、神经元特异性烯醇化酶、癌胚抗原、细胞角蛋白19片段等检查。

值得一提的是，白春学牵头开发的基于中国肺癌诊断生物标志物谱预测模型，采用肿瘤标志物的联合指标，结合患者年龄、性别、吸烟史以及肺结节直径及边缘毛刺征等变量因素，对肺结节进行危险分层，其敏感度为94.6%、特异度为94.2%。

## 个体化诊疗是关键

一旦发现肺结节，该如何对其进行个体化评估？

《共识》建议，采集与诊断相关的信息，如年龄、职业、吸烟史、慢性肺部疾病史、个人和家族肿瘤史、治疗经过及转归，可为鉴别诊断提供参考意见。此外，还可进行胸部增强CT扫描和正电子发射计算机断层显像、循环染色体异常细胞(CAC)数量、支气管镜检查，以及经胸壁肺穿刺活检术等非手术活检，并在资深专家或多学科诊疗模式(MDT)评估均为恶性高风险时进行手术活检。

对于孤立性不明原因结节直径>8毫米患者，《共识》建议通过定性使用临床判断或定量使用验证模型评估肺结节恶性概率，并结合患者意愿进行临床决策。对

于孤立性实性结节直径≤8毫米且无肺癌危险因素者，《共识》建议，根据结节大小选择CT随访的频率与持续时间。

在亚实性肺结节的随访推荐方案和注意事项方面，《共识》指出，纯磨玻璃结节直径≤5毫米者应首次6个月随访胸部CT，随后行年度胸部CT随访；纯磨玻璃结节直径5~10毫米者应首次3个月随访胸部CT，随后6个月行胸部CT随访，并建议应用AI和人工MDT评估；对要求个体化诊疗者，可辅以CAC评估，根据评估结果，推荐非手术活检或手术切除。

《共识》强调，针对良性肺结节，以病因治疗为主；针对恶性肺结节，首选治疗方式为外科手术根治性切除。此外，对心肺等生理功能不能耐受者，可以考虑立体定向放射治疗或消融治疗，如射频消融、微波消融和冷冻消融。

虽然在肺结节诊断中发现早期肺癌后进行手术治疗，可以使肺癌10年生存率或治愈率达到92%，但目前各医院和医生之间的诊断水平高低不一，很难实现这一目标。而物联网医学的出现为达到这一目标带来了新契机，它可以赋能医生从采集信息、信息深度挖掘、协助管理等方面提高肺结节诊断和鉴别诊断水平。

“未来，我们还需要更多的研究开发评估肺结节的无创性、非病理诊断方法，助力精准识别早期肺癌，提高肺结节诊治水平，改善我国肺癌患者的预后。”白春学说。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.3760/cma.j.cn112147-20231109-00300>

## 集装箱

# 我国新型储能累计装机首次超过100吉瓦时

本报讯(记者陈欢欢)8月25日，中关村储能产业技术联盟DataLink数据库在苏州发布2024年上半年储能数据。据不完全统计，截至2024年6月底，中国已投运电力储能项目累计装机规模103.3吉瓦，同比增长47%，比去年底增长20%。其中新型储能累计装机首次超过百吉瓦时，达到48.18吉瓦/107.86吉瓦时，功率规模同比增长129%，能量规模同比增长142%。

中关村储能产业技术联盟理事长陈海生介绍，2024年上半年，中国新型储能继续高速增长，新增投运装机规模13.67吉瓦/33.41吉瓦时，功率规模和能量规模均同比增长71%。新型储能项目数量超1000个，较去年同期增长67%。下半年将继续保持快速增长态势，预计2024年全年新增装机30~41吉瓦。

截至2024年6月底，全国已发布2160余项与储能直接和间接相关的政策，广东、浙江、山东、安徽等地储能政策最为集中；2024年上半年，全国共发布储能直接和间接相关政策425项，是去年同期的1.6倍。截至目前，全国已有26个省份制定了2025年底的新型储能装机目标，总规模达86.6吉瓦。

## 新系统利用既往CT数据可检测骨密度

本报讯(记者朱汉斌 通讯员刘文琴)近日，中山大学孙逸仙纪念医院骨科教授丁悦和李春海团队联合博志生物科技共同研发了新型同步自体模PL-QCT骨密度检测系统。该系统无须患者单独进行CT检查，可利用既往CT测量数据，以自身肌肉及脊柱组织作为校准参照，对脊柱及髌部的骨密度进行准确测算。

骨质疏松症是一种常见的骨骼健康问题，表现为骨骼密度

降低、骨组织结构恶化、骨骼强度减弱和易于发生骨折。丁悦表示，团队利用人工智能深度学习算法优化软件对人体各类型组织的识别能力，以自动化的感兴趣区选取替代以往手动选择的做法，获得准确且可重复的自体脂肪及肌肉参照，解决了自体模测量骨密度精度不足的问题，也使得利用既往CT数据开展相关回顾性研究成为可能。

截至目前，该系统已在全国20个省份落地。

## 微生物资源与盐碱地治理研讨会召开

本报讯(记者叶满山)8月23日至25日，由甘肃省科学院、中国微生物学会微生物资源专业委员会、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所联合主办的“2024年微生物资源与盐碱地治理及综合利用学术研讨会”在兰州召开。来自全国16个省份的80家科研院所、高校及企业的200余名专家学者齐聚一堂，深入探讨微生物资源在盐碱地治理中的创新应用与综合利用。

会议以“加强微生物种质资源挖掘，支撑盐碱地综合改造利

用”为主题，旨在搭建一个高水平的学术交流平台，汇聚各方智慧，共同探讨盐碱地治理的新途径，推进科技创新央地协同，促进我国盐碱地治理事业高质量发展。

甘肃省科学院院长陈富荣强调，微生物资源是国家战略性生物资源，对于推动盐碱地治理、保障国家粮食安全具有不可替代的重要作用。此次研讨会的召开对于推动微生物资源的深入开发、盐碱地治理技术的创新应用以及盐碱地资源化和产业化发展具有重要意义。

## 2024年“科学教师特色研修班”启动

本报讯(记者倪思洁)8月26日，2024年“科学教师特色研修班”在中国科学院物理研究所启动，培训对象涵盖全国32个省级行政区的300余名中小学骨干科学教师。

本次累计开展6个班次的“科学教师特色研修”，依托中国科学院科教资源设计了一系列特色鲜明、内容丰富的研修活动，内容涉及空间站、碳中和、合成生物学、脑科学等领域，将带领学员走进相关专业领域的实验室、科学装置、野外台站等，在真实或仿真条件下

开展现场教学讲解、课题探究和实验体验。

中国科学院物理研究所举办的首期研修以“基于物理学理论与科学实践活动设计”为主题，依托该所丰富的科学资源，通过科学教育基本理论、学科前沿知识、科学实践探索以及教学事例创作等多个模块培训课程，提升骨干教师的学科核心素养。活动邀请了15位科研及科普专家授课，带领学员深入磁学国家重点实验室、超导国家重点实验室动手参与磁学、热学、超导等演示实验。

## 我国自主培育“广明2号”白羽肉鸡投放海外市场



“广明2号”白羽肉鸡种蛋在佛山海关进行查验。北京畜牧所供图

本报讯(记者李晨)近日，我国自主培育的17.28万枚“广明2号”白羽肉鸡父母代种蛋顺利运达巴基斯坦。该品种由中国农业科学院北京畜牧兽医研究所(以下简称北京畜牧所)和佛山市高明区新广农牧有限公司共同培育，具有快速生长、高成活率、低料重比等优势。

北京畜牧所研究员赵桂萃表示，育种团队一直在为“广明2号”走向国际市场做准备，通过智

能型测定及基因组选择技术的全面应用，品种综合生产性能一直在稳步提升——父系饲料转化率年改进0.02以上，母系产蛋率提高2枚以上，商品鸡42日龄出栏体重3公斤以上，生产性能达国际品种同期生产水平。新广农牧董事长梁尚根介绍，此次出口巴基斯坦的17.28万枚种蛋可提供5万套以上“广明2号”父母代，未来可提供超700万只商品代肉鸡，即超过2.1万吨鸡肉。