

# 未来计算，“超智”能否不分“你我”

■本报记者 赵广立

今年5月，最新一期全球超算TOP500(第63届HPC TOP500)排行榜发布，排列在第3位和第10位的微软Eagle系统和英伟达Eos系统备受关注，因为它们都不是传统意义上的“超算”，而是当下炙手可热的“智算”，也被称为“人工智能(AI)超级计算机”。

“人工智能超级计算机说明大规模计算走向超智融合是大势所趋。”在日前结束的第二十届中国高性能计算学术年会(HPC China 2024)上，国家高性能计算机工程技术研究中心副主任曹振南在接受《中国科学报》专访时表示，“超算和智算之间的界限正变得模糊，可以说它们在本质上是同类。”

## 超算和智能不是平行线

从计算机技术发展史看，从第一台电子计算机开始，计算的发展脉络就与代表智能的“模拟神经网络”分道扬镳。直到20世纪90年代初，人们才在日本所谓“第五代计算机计划”的带动下，开始讨论“智能计算机”。

但是，“第五代计算机计划”最终因未能实现既定目标而宣告失败。此后的二三十年里，高性能计算机和智能计算机各自发展像是两条平行线，超算和智能一个要求“算得快”、一个追求“算得巧”，最终成了“两条道上的车”。

非常有意思的一件事是，就在日本科学家热火朝天研制“第五代计算机”、意图实现人工智能计算的那些年里，中国的科学家通过“863计划”，依托国家智能计算机研究开发中心，开发出中国第一代超级计算机。

用中国科学院院士、中国科学院计算技术研究所研究员李国杰的话来说，“我国其实是以智能计算机的名义发展了高性能计算机”。

近年来，随着深度神经网络的成功和大数据的兴起，超级计算和以深度学习技术、大模型技术为代表的计算智能

逐步走到一起，李国杰称之为“历史性的汇合”。具体体现为，高性能计算机大量用于人工智能的训练和推理，智能算法也在为传统的高性能计算加速。

如今，大模型训练等智能应用对算力高度依赖，传统超算跟智能计算形影不离、难分彼此。在最新一期HPC TOP500榜单上，除了文章开头提到的两台典型的“智能超算”，其余大多数超级计算机都兼具专门的智算架构，是典型的超智融合下的“异构多元算力”。

## 超智融合正在发生

就在HPC China 2024开幕的前一天，中国智能计算产业联盟、国家高性能计算机工程技术研究中心等联合在武汉发布国内首部超智融合研究报告——《2024中国算力发展研究报告之超智融合技术路线与趋势》(以下简称研究报告)。

围绕“人工智能发展催生海量算力需求背景下，超算与智算技术如何融合发展”“多元算力如何协同发力”等前沿问题，研究报告作出了系统性的思考与探讨。

“超智融合成为热门话题，并不是因为它有‘话题度’，而是确实实实在正在发生的事。”在研究报告的发布现场，国家高性能计算机工程技术研究中心常务副主任何铁宁分享说，在当前的数智时代，“超智”的融合体现在数据层面、算法层面、业务层面和系统架构层面，可以说无所不在。

他举例介绍，在数据层面，现实世界许多场景数据，人工智能大模型即便想要构建该场景下的模型应用，也是“巧妇难为无米之炊”。数据何来？领域专业人士利用高性能计算进行建模、计算、仿真等，就能产生大量高精度、高质量的数据，这些数据都会成为训练大模型的“养料”。反过来，大模型训练成功后，也会成为人们用以挖掘最新规律、取得科学发现的得力工具。

在算法层面，科学家们在积极地将

超智两端的算法技术实现“互用”。例如，数值计算中的求解回归方程可以融入一定深度的神经网络，而在神经网络中也可以通过加入一些物理机制，如第一性原理等来加速、提高算法效率。

在业务层面，融合更加明显。创新药物研发、气象、智慧城市、工业制造等传统超算的“地盘”，都开始有智能的影子。

上海超算中心主任李根国在现场分享说，上海气象局已经在利用传统高性能计算机做气象数值模拟的基础上，发展出结合人工智能、大数据等技术的天气预报新范式；中国科学院上海药物研究所原本是典型的“超算用户”，但现在已经将药物研发与大模型结合起来，使创新药物研发效率提高数倍。

数据、算法和业务上呈现的这些业态，都离不开底层架构上的超智融合。“一个全新的算力中心，要想使数据有效地共享流通、发挥协同作用，必须依靠超智融合的多元算力设施。”何铁宁说。

对此，中国工程院院士、鹏程实验室主任高文认为，智能超算和传统数值超算不同之处在于处理的对象是标量还是张量，以及数据的输入是一次还是自始至终。虽然二者相互关系的讨论还没有定论，但必然逐步走向融合。

## 从支撑应用到内生融合

何铁宁告诉《中国科学报》，前述围绕超智融合技术路线的研究报告，首次提出人工智能与计算是一种“双向赋能”。

研究报告认为，虽然超算在设计之初并不是专为人工智能算法而生，超算与智算的发展和应用也各有侧重，但随着彼此在发展过程中互相借鉴、互相赋能，高性能计算与AI走向融合是顺应潮流大势。

谈及超智融合，中国科学院院士、北京航空航天大学计算机学院教授钱德沛提出，超智融合在技术路径上需要从硬件、软件两方面综合考量，并且要在符合国情的前提下，做好软件和硬件的协同，

以最佳匹配组合支持特定应用。

这是他一直希望看到的：“我们可能在单点技术上暂时不能跟先进水平相匹敌，但可以通过系统性的创新协同发力——特别是在硬件层面和软硬结合层面，实现计算技术进步和支撑复杂场景应用‘两开花’。”

在钱德沛的构想中，超智融合的进程将会沿着“超算支撑AI应用”(For AI)、“用AI技术改进超算”(By AI)、“超智实现内生融合”(Being AI)三个阶段演进。

“到了Being AI阶段，计算机系统将内生智算属性，或者说智能是计算机的核心属性和基本组成，它的智能化水平可能远超过今天的超算或智算。”钱德沛说。

当前，在超智融合沿着For AI、By AI、Being AI的路径演进的过程中，硬件能力是先进计算平台汇聚超智互动生态的有效依托。换言之，如果用户可以一站式获得通用、全精度的高算力硬件设施，包括“混合精度计算”在内的各类不同精度的算力需求就能快速得到满足。

研究报告提到，国内涌现出来的一些先进计算平台，如国家超算互联网，是超算、智算基础设施融合演变的重要依托。这些平台通过链接全国的超算、智算基础设施，汇聚全国各个算力中心的异构算力资源，不仅让用户便捷地获得所需计算服务，还让多个超算中心、智算中心之间更加紧密耦合，从而更高效地共同应对大型复杂计算难题。

据曹振南介绍，自从2024年4月11日国家超算互联网平台正式上线以来，平台依托一体化的算力调度、数据传输、生态协作体系，紧密连接供需方，通过市场化运营和服务体系，实现了算力资源统筹调度。

“截至8月底，超算互联网平台已链接超280家服务商，提供超6300个计算商品，可为上百个行业以及1000多个应用场景提供算力服务。”曹振南说，国家超算互联网正成为先进算力底座。

## 按图索技

### 仿生4D打印出可变形血管支架

本报讯(记者孙丹宁)大连理工大学教授王华楠团队根据许多枯萎的叶子或花朵在脱水后自发卷曲、从扁平结构转变为管状结构的自然现象，开发了一种创新策略来设计刺激响应支架。该支架能够从扁平的2D结构可编程地转换为各种卷曲的3D组织模拟结构。相关成果近日发表于《先进功能材料》。

据了解，传统的通过双层结构设计可响应变形支架通常只能引起各向同性的形状偏移，并且由于缺乏对层间界面收缩失配的微调，无法精确控制形状。因此，在生物医学领域，如何通过4D打印实现微创输送，从而突破手术过程中的空间限制，同时在生理相关条件下触发二次的、功能性的形状变形对生物医

学应用具有重要意义。

王华楠团队提出了一种仿生策略，用于开发能够程序化多步转换为各种组织模拟结构的形状变形支架。团队基于对叶片转化机制的深入研究，以及仿生4D打印制造策略，结合“叶肉”层和“叶脉”层的仿生设计策略，设计出水凝胶图案和微调PCL薄膜的刚度，可以精确控制支架的卷曲方向和曲率，从而制造出具有各种卷曲方向和弯曲的3D结构化组织模拟结构。这种通过卷曲曲率和卷曲方向的协同调节策略为可变形水凝胶设计更复杂的结构提供了新思路。

此外，王华楠团队通过设计主动层双网络水凝胶的时空交联策略，实现了生理环境下初级转化结构的二次响应，



许多枯萎的叶子在脱水后自发卷曲，从扁平结构转变为管状结构。受访者供图

提供了更好的适应性能来递送并适应局部组织形状，以应用于血管重建。

近年来，王华楠团队主要利用生物3D打印技术实现组织重建，以实现精准的组织修复和再生医学应用。同时，团队还积极探索生物3D打印支架在不同疾病模型中的应用，包括但不限于血

管病变、肺纤维化和骨损伤等，为这些疾病的治疗提供了新的思路和方法。通过针对性问题，因此需要开发一些新的解决方案。

相关文章信息：<https://doi.org/10.1002/adfm.202407592>

# 车用润滑油应加快绿色低碳转型

■苏朔

当前，在全球气候变化和中国“双碳”目标背景下，中国汽车产业低碳化发展已呈现必然趋势。

由工业和信息化部指导、中国汽车工程学会编制的《节能与新能源汽车技术路线图2.0》提出，我国汽车产业碳排放总量于2028年左右提前达到峰值，到2035年较峰值下降20%以上。

我国作为新能源汽车产业大国，新能源汽车销量已连续9年位居全球首位。可以预见，未来10年我国节能和新能源汽车将迎来高速发展期，混合动力汽车、电动汽车占汽车年销量的比例将持续上升。

尽管如此，在未来相当长一段时间内，燃油车和新能源车仍将并存，并且燃油车处于市场主导地位。因此，车用润滑油需要加快绿色低碳转型。

## 内燃机油向高效、节能、环保发展

内燃机油作为发动机的血液，起到润滑、冷却、清洁、防腐等关键作用，是确保发动机稳定高效运行的关键材料。

随着涡轮增压、缸内直喷等先进发动机技术的广泛应用，以及混动、氢能、生物燃料等低碳、零碳发动机技术的不断成熟，与之相匹配的内燃机油向着更节能、更环保、更长换油期的方向发展。内燃机油环保及评定台架自化方向得到越来越多的重视。

其中，更节能要求发展高性能的低黏度汽油机油和柴油机油，以及混合动力发动机油；更环保不仅要求发展低硫、低磷、低灰分添加剂单剂和配方技术，生

物基础油、添加剂和配方技术，还需要研发生物柴油、氢气、甲醇、氨气等低碳、零碳燃料专用内燃机油配方技术，并采用废旧再生基础油及配方技术，实现资源循环利用；更长换油期需要发展2万公里换油期的汽油机油、10万公里以上换油期的柴油机油等长寿命高性能内燃机油。

据测算，通过降低黏度、改善黏温性能、使用摩擦改进剂和多级油等方式减少摩擦，提高能量利用效率，开发的内燃机油较普通润滑油降低综合油耗1%~3%。

2023年，中国石化石油化工科学研究院参与制定的国内第一个柴油机油自主标准——D1柴油机油规格国家标准诞生。目前，研究院正在积极布局联合开发G1汽油机油、NG1天然气发动机油等国内标准及自主评定台架。

## 开发电动汽车专用润滑油

现阶段，电动汽车在汽车结构、材料介质等方面与传统燃油车存在较大差异，而且电动汽车呈现小型化、轻量化、高效率、高电压的发展趋势，对电驱动专用润滑油提出了新的技术要求和挑战。

一是新能源汽车电驱系统的电安全性。由于电机和电控单元的存在，电驱系统结构存在电学环境，因此需要油品具有良好的电绝缘性。通过对润滑油化学组分及配方技术的系统研究，我们对电动汽车润滑油油品的电安全性有了深入了解，并且顺利解决了这一问题。

二是油品电机绝缘材料兼容性。电机结构中包括多种类型电机绝缘材料，

以及大量的铜部件。为此，我们建立了新的油品测试方法，并通过深入探究各类基础油组分和添加剂组分对电机绝缘材料性能的影响，解决了油品材料兼容性的问题。

三是用户端提高电驱系统效率、增加整车续航里程的要求。要提高电驱系统效率，可以降低油品运动黏度，同时要解决油品低黏带来的电驱可靠性问题。我们立足添加剂分子设计与创新，开发了新能源汽车全国产化电驱动润滑油，在主流电驱平台上效率明显提高，而且兼顾了可靠性。

未来，随着电动汽车技术的不断进步，特别是在电机设计高转速、高电压的发展趋势下，油品发挥的作用越来越关键，电动汽车润滑油技术有待进一步提升。

## 车用润滑油面临的机遇和挑战

在“双碳”背景下，车用润滑油正向低黏化发展，更加注重节能减排。润滑油标准开发日趋国际化，不仅国际标准化组织纷纷制定或研制内燃机油节能规格，而且适应国内发动机的润滑油标准正在得到越来越多行业的重视。

比如，全球润滑油试验标准小组(GLTST)及美国、法国和德国等国家纷纷开展电动汽车润滑油实验方法的研究。我国也发布了首个电驱动润滑油行业标准，目前正在积极筹备电驱动润滑油国家标准的制定工作。

一大批新能源汽车的发展，对润滑油技术产品提出了新的挑战，传统检测

方法已不能满足发展需求。

以电动汽车电驱动用润滑油为例，一是客户对提高油品的电驱效率要求会越来越苛刻，油品的低黏化会是一个重要发展趋势，但需要综合评估油品超黏化带来的新问题；二是在电驱系统高电压设计下，存在齿轮和轴承耐久性、传热特性、电性能、铜腐、材料相容性等缺乏针对性问题，因此需要开发一些新的润滑油检测评定方法，并建立试验方法与产品性能之间的有效关联，这需要行业内密切合作共同完成。

在“双碳”政策引领下，绿色低碳认证将成为润滑油产品的重要标签，而完善的产品规格及标准体系也是产品认证的必要基础。

与此同时，与传统燃油发动机的运行工况相比，新能源混合动力专用发动机的压缩比更高、频繁起停次数更多、中高负荷占比更大、燃油消耗更低。因此，混合动力发动机对配套发动机润滑油的抗高温沉积物、水分相容性、金属抗腐蚀性、抗乳化性能、抗腐蚀性等有着更加苛刻的要求，因此对低碳零碳燃料专用发动机的研发提出了挑战。

除此之外，氢气、生物燃料、醇类等低碳零碳燃料，相较于传统的汽油、柴油等化石燃料，对发动机油的抗氧化性能、抗乳化性能、抗腐蚀性等有着更加苛刻的要求，因此对低碳零碳燃料专用发动机的研发提出了挑战。

(作者系中国石化石油化工科学研究院有限公司润滑油脂研究室副主任，本报记者沈春蕾根据其2024年润滑油技术大会上的报告整理)

## 集装箱

### 辐射制冷涂层应用于大规模电化学储能电站

本报讯(记者叶满山)日前，在中国绿发鲁能新能源(集团)有限公司青岛分公司支持下，中国科学院兰州化学物理研究所资源化学与能源材料研究中心研究员高祥虎团队围绕大型电化学储能电站的热管理技术研发出辐射制冷涂层材料，并在格尔木光伏产业园的大规模电化学储能电站进行了示范应用。



研究团队在实际运行的储能集装箱上进行性能测试。受访者供图

团队在实际运行的储能集装箱上进行了连续19天的性能测试。测试结果表明，在不同太阳辐照度下，应用该辐射制冷涂层的集装箱，其基材表面温度可降低约15℃~20℃，日均空调制冷耗电量降低约10%~15%。

据了解，中国绿发海西州多能互补集成优化国家示范工程的总装机容量为70万千瓦，包括20万千瓦光伏项目、40万千瓦风电项目、5万千瓦光伏热项目与5万千瓦电化学储能项目。项目年发电量约12.63亿千瓦时，每年可节约标准煤约40.15万吨，是

集风光热储调荷于一体的多能互补科技创新项目。

其中，热管理是保证电化学储能系统在“沙戈荒”能源基地安全运行的关键。过高的温度不会降低储能系统效率，影响储能效益，导致温控系统能耗高，增加储能运行成本，还可能引发安全风险，甚至导致系统故障。

为此，高祥虎团队开展了多技术攻关研究，未来将进一步推广应用，为清洁能源外送及能源质生产力发展提供技术支撑。

### 300兆瓦变速机组发电电动机通风模型试验通过验收

本报讯(记者朱汉斌 通讯员黄昉)近日，广东肇庆浪江抽水蓄能电站300兆瓦变速机组发电电动机通风模型试验通过验收。记者从南方电网获悉，这是国内首个实现100%国产化的大型变速抽水蓄能机组的通风模型试验。

南网储能公司基建部副总经理雷兴春告诉《中国科学报》，公司联合东方电气集团东方电机有限公司攻关团队研发出国内首个变速抽水蓄能机组超大直径(约5米)金属护环，实现了金属护环的国产化制造。

据介绍，变速发电电动机不同于定速机组，其采用双馈交流励磁方式，电机磁路和转子结构设计比凸极发电电动机更复杂，通

风散热难度显著增加，特别是对庆浪江抽水蓄能电站护环转子结构的通风研究和设计颇具挑战性。

试验结果表明，电机通风模型设计合理，总风量满足通风冷却要求，发电机上下端部风量分配合理，定转子通风沟流速分布均匀，空气流场与通风数模模拟计算果相吻合，预期可以获得合理的机温升分布效果。

据了解，除了300兆瓦变速水蓄能机组，我国首台国产400兆瓦变速机组的技术设计也基本成型，预计2026年可完成机组制造。2027年投入惠州中洞抽水蓄能电站使用，届时将实现抽水蓄能装全技术领域的国产化。

## “遥感科技赋能新质生产力”论坛举办

本报讯(记者沈春蕾)10月12日，“遥感科技赋能新质生产力”高端论坛在西安举办。论坛由中国遥感应用协会专家委员会、陕西省自然资源学会、中国地震学会空间对地观测专业委员会、铀资源探采与核遥感全国重点实验室、中国上合组织地学卫星遥感应用中心等机构联合主办。

论坛期间，与会嘉宾围绕遥感科技的最新研究成果、前沿趋势及其对经济社会发展产生的影响展开讨论，并分享了遥感资源在环保监测、农林管理、海洋资源勘探、地质调查、智慧城市建设等多个领域的成功应用事例。

论坛期间，与会嘉宾围绕遥感科技的最新研究成果、前沿趋势及其对经济社会发展产生的影响展开讨论，并分享了遥感资源在环保监测、农林管理、海洋资源勘探、地质调查、智慧城市建设等多个领域的成功应用事例。

## “中棉113”田间测产结果出炉

本报讯(记者李晨)近日，由中国科学院院士朱玉贤、中国科学院院士陈学庚等专家组成的测产专家组，对新疆维吾尔自治区某基地种植的“中棉113”进行了田间测产。测产结果显示，百亩示范田平均籽棉亩产达750.3公斤，千亩示范田平均籽棉亩产达637.7公斤。

朱玉贤表示，“中棉113”早熟性突出，吐絮畅且集中，这一表现契合了新疆北疆棉区对高产、优质棉花品种的迫切需求。陈学庚在详细了解“中棉113”的生育特性，以及该品种在南疆地区“两年三熟一休耕”种植模式的试验示范情况后，肯定了“中棉113”配合实施国家粮食安全战略、推动麦棉套作南疆种植制度的创新。

据“中棉113”主要育种人、中国农业科学院棉花研究所(以下简称棉所)副所长马雄风介绍，“中棉113”于2019年通过甘肃省审定种植，“中棉113”进行了田间测产。测产结果显示，百亩示范田平均籽棉亩产达750.3公斤，千亩示范田平均籽棉亩产达637.7公斤。

朱玉贤表示，“中棉113”早熟性突出，吐絮畅且集中，这一表现契合了新疆北疆棉区对高产、优质棉花品种的迫切需求。陈学庚在详细了解“中棉113”的生育特性，以及该品种在南疆地区“两年三熟一休耕”种植模式的试验示范情况后，肯定了“中棉113”配合实施国家粮食安全战略、推动麦棉套作南疆种植制度的创新。

## 亚洲胃癌腹膜转移NIPS治疗共识发布

本报讯(见习记者江庆龄)在近日召开的2024中国胃肠肿瘤圆桌会议上，由上海交通大学附属医学院瑞金医院(以下简称瑞金医院)牵头完成的III期多中心随机对照试验DRAGON-01的研究结果正式发布。

“亚洲是胃癌的高发区，晚期胃癌患者群体庞大，对于发生腹膜转移的晚期胃癌患者来说，与目前常规使用的单纯静脉化疗方案相比，NI组患者的总生存期显著延长。”瑞金医院胃肠外科主任任国平介绍，前全球尚无针对胃癌腹膜转移的确NIPS治疗推荐，DRAGON-01的研究结果将为制定新指南提供有力的循证医学依据，填补了国际胃癌治疗领域的空白。

最终就29项关键问题达成了共识，并详细列出了NIPS治疗适应症和禁忌症，进一步推广NIPS治疗标准化发展，以及全胃癌治疗理念的革新。

“亚洲是胃癌的高发区，晚期胃癌患者群体庞大，对于发生腹膜转移的晚期胃癌患者来说，与目前常规使用的单纯静脉化疗方案相比，NI组患者的总生存期显著延长。”瑞金医院胃肠外科主任任国平介绍，前全球尚无针对胃癌腹膜转移的确NIPS治疗推荐，DRAGON-01的研究结果将为制定新指南提供有力的循证医学依据，填补了国际胃癌治疗领域的空白。