

柔性屏，打开“显示”新视窗

赵志远 郭云龙 刘云圻

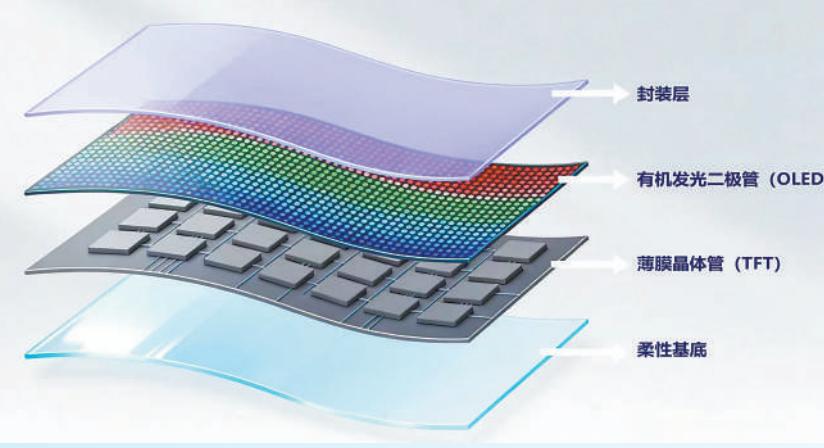


近年来，显示技术加速从“刚性”向“柔性”升级。柔性显示凭借“能屈能伸”的特性，越来越多地应用于消费电子、商业空间、智能交互等领域。近日，中国科学院化学研究所研究团队成功制备出高性能可拉伸高分子发光二极管（PLED），其光电性能和机械稳定性显著提升；不久前，韩国LG显示公司也展示了其可拉伸显示屏原型，可实现约53%的拉伸变形。一系列突破性进展，正为柔性显示的快速发展奠定重要基础。

从可折叠手机到弯曲屏手环，从车载柔性屏幕到大屏户外广告，柔性显示凭借可弯曲、超轻薄、高对比度等特性，突破传统屏幕的物理限制，创造出边缘弯曲、整屏弯曲、折叠与卷曲等新形态。它推动相关产品朝着“万物皆显示”的愿景迈进，正在重塑人机交互的边界，催生规模巨大的新一代产业集群。

柔性屏是如何“炼”成的

柔性屏绝非简单地将传统玻璃屏“掰弯”，要实现这一功能可谓“牵一发而动全身”。它像一个由基底、电子元器件、封装薄膜和盖板等构成的多层“彩虹蛋糕”，当“蛋糕”的每一层都具有柔性后才能实现整体的弯曲和折叠，同时要确保屏幕的显示效果和耐用性。这就需要柔性基底材料、核心电子



▲柔性屏制造示意图。

▼柔性显示创意图。

以上图片均为中国科学院化学研

究所提供



R 创新汇

小分子存储大数据

本报记者 李墨

随着人工智能、云计算、流媒体等技术的快速发展，全球数据规模迎来爆炸式增长，对存储设备的大小、密度等都提出了更高要求。近期，英国曼彻斯特大学和澳大利亚国立大学的研究团队在《自然》杂志上发表了一种新型的单分子磁体研究成果，它可以在100开尔文（约零下173摄氏度）的条件下保持磁记忆，并使理论存储密度达到现有技术的100倍以上。该研究的通讯作者之一、曼彻斯特大学无机化学教授大卫·米尔斯在接受本报记者采访时表示，该成果有望助力开发更加高密度的数据存储设备。

传统硬盘依赖磁性材料中大量原子组成的磁化区域存储数据，并通过改变磁场方

向来表示二进制信息。而单分子磁体通过量子自旋效应实现存储，单个分子即可独立存储信息，无须依赖邻近分子，这就大大拓展了存储的容量。“此次新型单分子磁体催生的新技术能够实现在每平方厘米面积上存储约3TB数据。”该研究的共同通讯作者、澳大利亚国立大学计算与理论化学教授尼古拉斯·奇尔顿表示，“这相当于将50万个短视频装进邮票大小的硬盘中。”

尽管单分子磁体的理论性能十分优越，但通常只有在极低的工作温度下才能保持磁记忆，这样苛刻的条件严重制约着实际应用。为突破这一限制，此次研究团队设计出一种独特的分子结构：一个稀土元素镝原子

被两个氮原子夹在中间，三者几乎呈一条直线排列。以往，这类分子结构极易发生弯曲，对磁体的磁能力造成破坏。为解决这一难题，研究人员在分子中引入烯烃化学基团，其作用就像一个“分子别针”，通过锚定镝原子来固定线性分子构型。“在这个新分子中，烯烃基团与镝原子之间只有微弱的相互作用，但它恰到好处地将另一配体推挤到接近线性的位置。”奇尔顿告诉记者，这种线性构型可以显著提高单分子磁体的磁性能，并将磁记忆温度突破至100开尔文，比此前提高了20开尔文，这意味着可以通过液氮冷却来维持磁体的数据存储能力。

“单分子磁体最具前景的应用之一是用

R 科技大观

近期，国际脑实验室汇集全球12个知名神经科学团队，在《自然》杂志发表了一项里程碑式的研究成果：他们绘制出首张覆盖小鼠全脑、贯穿完整决策过程的高分辨率神经活动图谱。这项历时多年、横跨多个国家和地区的协同攻关，不仅刷新了人们对大脑如何做出决策的认知，更以“分布式科研”拓展了国际脑科学的新范式。

对一般认知而言，人们习惯于将大脑想象成一台精密的机器，不同脑区各司其职——视觉区“看”，运动区“动”，前额叶“思考”。其实，真实的大脑运行过程，可能更像一座昼夜不息的超级都市，信息在数百个功能区、数以万计的神经元之间高速流转、动态整合。要破解决策背后的神经密码，仅靠观察一两个脑区无异于管中窥豹。而由于当前技术的局限，研究者们难以在同一样本对象中实现全脑神经元活动的同步记录，数据标准的不一使得跨实验室研究的整合难以实现。

所谓“本征柔性”，是指从材料和器件内部实现的根本性柔性，通过材料的分子结构和器件的微观设计，使屏幕本身具备承受形变的能力，而不是依靠外部结构实现弯折。科研人员通过引入新型材料体系，不断提升柔性显示的机械强度与耐久性。2022年，美国斯坦福大学鲍哲南团队开发出一种由发光聚合物纤维和聚氨酯基质构成的本征柔性OLED，发光强度达7450坎德拉每平方米(cd/m²)，最大应变到达100%，展现出良好的稳定性与可拉伸性。此次，中国科学院化学研究所研究团队提出了一种创新策略：通过将微晶弹性体引入发光聚合物基质，成功制备出高性能的本征可拉伸PLED器件。

目前，本征柔性显示仍处在材料验证阶段，尚未实现大规模应用。在高弹性自愈合衬底、电极以及柔性封装材料等关键环节，本征柔性的开发依然面临巨大挑战，需要跨学科持续攻关与产业链共同发力。

本征柔性的意义，不仅在于提升耐用性和稳定性，更在于开辟新的应用场景。随着与人工智能、物联网、大数据分析等技术进一步深度融合，本征柔性显示将提供更加个性化、智能化的使用体验。例如，在本征柔性的嵌入传感器与AI算法，可实现实时数据分析与自适应交互，推动真正的“人机共生”。也就是说，未来的屏幕不仅能够弯曲、拉伸，还可适应不同形态的设备，如可穿戴设备、智能家居等，并根据用户需求和环境变化，实时调整显示内容和布局。这种从“人适应设备”转向“设备适应人”的变化，是柔性显示技术的核心魅力，激发了对未来更多创新产品的期待。

本征柔性有望带来新突破

当前，主流柔性屏仍依赖外部结构实现形变，不可避免地面临拉伸、扭曲易碎和显示分辨率损失等挑战。随着智能家居、物联网、虚拟现实等新兴技术的发展，对显示器件的柔性与稳定性也提出了更高要求。新型本征柔性材料的开发，有望有效解决这些难题。

所谓“本征柔性”，是指从材料和器件内部实现的根本性柔性，通过材料的分子结构和器件的微观设计，使屏幕本身具备承受形变的能力，而不是依靠外部结构实现弯折。科研人员通过引入新型材料体系，不断提升柔性显示的机械强度与耐久性。2022年，美国斯坦福大学鲍哲南团队开发出一种由发光聚合物纤维和聚氨酯基质构成的本征柔性OLED，发光强度达7450坎德拉每平方米(cd/m²)，最大应变到达100%，展现出良好的稳定性与可拉伸性。此次，中国科学院化学研究所研究团队提出了一种创新策略：通过将微晶弹性体引入发光聚合物基质，成功制备出高性能的本征可拉伸PLED器件。

目前，本征柔性显示仍处在材料验证阶段，尚未实现大规模应用。在高弹性自愈合衬底、电极以及柔性封装材料等关键环节，本征柔性的开发依然面临巨大挑战，需要跨学科持续攻关与产业链共同发力。

本征柔性的意义，不仅在于提升耐用性和稳定性，更在于开辟新的应用场景。随着与人工智能、物联网、大数据分析等技术进一步深度融合，本征柔性显示将提供更加个性化、智能化的使用体验。例如，在本征柔性的嵌入传感器与AI算法，可实现实时数据分析与自适应交互，推动真正的“人机共生”。也就是说，未来的屏幕不仅能够弯曲、拉伸，还可适应不同形态的设备，如可穿戴设备、智能家居等，并根据用户需求和环境变化，实时调整显示内容和布局。这种从“人适应设备”转向“设备适应人”的变化，是柔性显示技术的核心魅力，激发了对未来更多创新产品的期待。

（作者单位为中国科学院化学研究所，刘云圻为中国科学院院士）

毕国强

绘制全脑神经活动图谱

此次国际脑实验室的研究打破了这一困局。他们建立了一套高度标准化的实验范式：在12个分布于全球各地的实验室中，研究人员使用相同的设备、训练流程和行为任务，让小鼠完成一项看似简单的视觉抉择——当屏幕左侧或右侧出现图案信号时，小鼠转动转盘将图案移到屏幕中间以获取饮水“奖励”。这一看似简单的任务包含了感知、决策、行动与反馈等认知环节。

为了捕捉全脑的神经响应，研究团队在139只小鼠的大脑中累计进行了699次电极插入，覆盖了279个解剖学定义的脑区，记录下约62.2万个神经元的放电活动。所有数据通过统一的分析流程进行整合，最终构建出一张动态、全景式的“全脑神经活动图谱”。需要强调的是，这并非单只动物的“全脑实时录像”，而是通过标准化实验与大规模数据融合，拼接出统计意义的全脑决策图景——如同用千万张航拍照片合成一座城市在不同时段的灯光热力图。

研究显示：当小鼠进行任务时，其大脑并非陆续启动一个个“指挥中心”，而是呈现出一场“全城点亮”的协同激活。视觉刺激首先在经典视觉通路引发局部“亮灯”，然后信号迅速向全脑扩散，与运动准备、执行、奖赏预期等相关的信号在皮层与皮层下区域此起彼伏。尤为关键的是，与“左还是右”的抉择本身相关的神经编码，并非局限于前额叶等高级脑区，而是在多个脑区几乎同步涌现。这表明，脑内决策需要多个神经节点在毫秒级“时间窗”内相互作用、加权整合，共同形成行为输出。当“奖励”到来时，实验小鼠全脑还出现广泛的节律性同步活动，展现出神经系统的高度协同性。

这一发现对脑科学发展的意义深远。它意味着多个脑区的大量相互连接的神经元以一种“去中心化”的全脑动态协同方式实现决策等高级认知功能，也提示我们，许多神经精神疾病（如抑郁症、精神分裂症）可能并非单一脑区损伤所致，而是大规模神经网络协调失衡的结果。未来的治疗策略或将从“定点修复”转向“网络调控”，通过精准干预关键节点，恢复整体功能的动态平衡。

不过，当前图谱主要是揭示神经活动与行为之间的相关性。要确立因果关系，还需结合光遗传学、化学遗传学等干预手段，进一步验证整个网络连接体系中各个神经回路在决策中的作用。同时，该实验中的动物处于头部固定状态，未来如何在实验对象自由行为场景下进行全脑记录，也是一个重要的课题。进一步讲，这一神经活动的“灯光地图”通过与神经连接的“线路地图”研究相互印证、叠加整合，从而构建出多维度的全景神经图谱，为实现真正的“大脑数字孪生”提供可能。

值得一提的是，此次研究的组织方式也展现出高度的协同性。12个实验室如同大脑中的不同区域，在统一标准下分工协作、共享数据，最终实现远超单个团队能力的科学突破。通过这种“分布式科研网络”模式，全球研究者将绘制不断完善的图景，共同探索脑功能的深层机制，推动类脑智能、脑机接口与神经精神疾病治疗的持续突破。

（作者为中国科学技术大学生命科学学院教授）

韦布望远镜发现早期宇宙超大质量黑洞

据新华社巴黎电 （记者罗毓）欧洲航天局日前报告说，研究人员利用詹姆斯·韦布空间望远镜发现，在宇宙大爆炸发生仅约5.7亿年后，某个星系中就存在一个正在活跃生长的超大质量黑洞。这一发现将进一步揭示黑洞与星系起源的关键机制。

借助韦布的近红外光谱仪，国际研究团队探测到来自CANUCS-LRD—z8.6这一遥远星系的微弱光线。对该星系关键光谱特征的分析表明，星系中存在一个正在吸积的黑洞，且黑洞正在快速增长，速度远超预期。

光谱数据显示，这一星系本身十分致密，尚未产生大量重元素，证实其为处于演化早期的星系。星系中的气体受到高能辐射的强烈电离，并呈现快速绕中心源旋转的迹象，这些是正在吸积的超大质量黑洞的关键特征。

引人注目的是，在这个星系中，与恒星质量相比，其黑洞质量过大，表明在早期宇宙中黑洞增长速度可能远快于其宿主星系的增长。

天文学家此前观察到，超大质量黑洞的质量与其宿主星系存在关联：星系长得越大，其中心的黑洞也变得越大。但研究团队说，此次观测结果挑战了这一观点，表明在早期宇宙中即使在相对较小的星系中，黑洞也可能已经形成并开始加速增长。这为研究星系、黑洞的形成及其关系开辟了新的视角。

本版责编：王慧 黄发红 褚君

版式设计：蔡华伟