

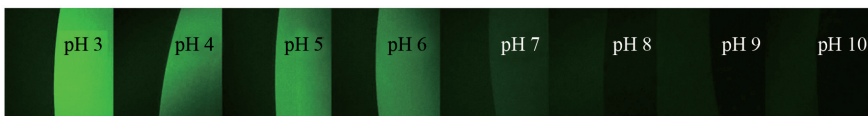
德国慕尼黑工业大学教授、美国西北太平洋国家实验室综合催化所所长 Johannes A. Lercher 评价:“这项技术就像为塑料垃圾找到了‘化学剪刀’,能在室温下快速将高分子链切割成汽油分子大小,为全球循环经济提供重要支撑。”

(综合《Science》、科学网、华东师范大学官网)

用荧光可视化测量“界面酸碱度”

在很多材料与生命体系里,“界面”的酸碱度(pH)与溶液主体并不一样,却很难原位量起来——这一直困扰着从电催化到生物材料的研究。德国马普高分子所团队提出了一种原位测量界面 pH 的新方案:先用氨基硅烷把玻璃表面功能化,再共价固定一层 pH 敏感染料;随后在液体环境中通过共聚焦显微镜读取荧光信号的变化,并配套建立一个同时考虑表面电荷与酸碱平衡的理论模型,对测得的光学信号进行标定与解释。这一“实验+模型”的组合,不仅能读到界面“此时此地”的 pH,还揭示了界面 pH 与体相 pH 的近似线性关系,且界面端的变化幅度更收敛。据此,作者将荧光读数直接换算为“界面真实 pH”,实现了在不同溶液条件与操作窗口下的可靠原位监测。2025 年 8 月 21 日,相关研究成果发表于《The Journal of Physical Chemistry Letters》。

该工作把长期“看不清、量不准”的界面化学量变成了可重复、可定量的观测对象,给各类功能



用荧光强度区分界面和体相的 pH

(图片来源:《The Journal of Physical Chemistry Letters》)

化表面提供了通用“读数器”。方法学上,实验(表面固定染料+共聚焦)与理论(含静电作用的表面平衡模型)紧密闭环,既揭示了界面-体相的可预期映射,也给了操作级的标定流程,便于他人直接复用。

有了“界面 pH 标尺”,电催化与电池界面的选择性与老化就能以真实界面条件重新审视;在生物材料与组织工程中,涂层/水凝胶与细胞贴附、蛋白吸附的 pH 效应可被定量优化;半导体湿法工艺与胶体加工里,清洗/刻蚀/自组装过程的“失之毫厘”有望被识别并纠偏;环境传感与膜分离领域亦可把这一读数机制嵌入到在线监测与膜面调控之中。总体而言,它提供了一个跨平台、可复制的界面诊断范式,直接服务于材料设计、工艺放大与质量控制。

(来源:《The Journal of Physical Chemistry Letters》)

千帧每秒显微成像开辟观察生命动态新路径

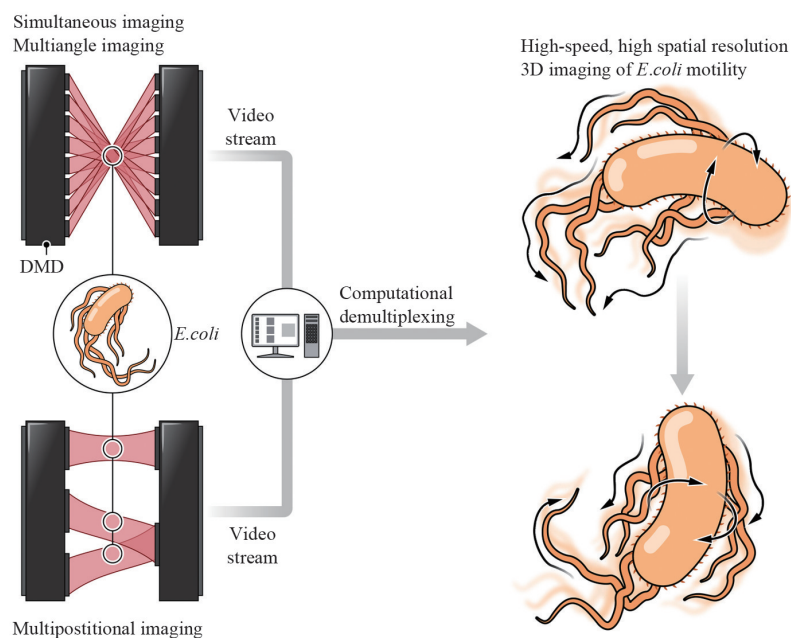
在生物和物理研究中,很多重要现象都发生在毫秒,甚至更短的时间尺度,例如,细菌鞭毛的摆动、微小颗粒在流体中的瞬时扩散。但传统光学显微镜往往难以在如此快的节奏下捕捉三维结构的变化。2025 年 8 月 13 日,美

国研究人员在《Science Advances》发表论文,提出了一种新的成像方法——傅里叶合成光学衍射层析(Fourier synthesis optical diffraction tomography, FS-ODT),实现了每秒上千帧的三维无标记成像,为研究生命与物质的动态过程开辟了新路径。

光学衍射层析(ODT)通过在不同角度下用相干光照射样品并合成多视图,推断其 3D 折射率分布,它的优势在于无需荧光染料即可观察复杂样品的内部结构,因此被广泛用于细胞和软物质的研究。然而,以往的 ODT 必须依靠逐一改变照射角度来获取足够的信息(收集 ≥ 100 个视图),这种“逐角扫描”方式大大限制了成像速度,很难跟上快速的生物或物理过程。

FS-ODT 则用数字微镜器件(DMD,控制照明角度的空间光调制器)在一次曝光里同时打出几十到上百个不同角度的相干光,相当于“多支手电一起照”。相机得到的条纹里混着各个角度的信息,系统先把这些信息拆分(解复用),再用 GPU(图形处理单元)加速的重建算法把三维折射率算出来。实际测试里,它的三维采集速率达到 1.032 kHz($\approx$ 每秒 1000 个 3D 体),并能看清约 200 nm 尺度的纤毛边缘。

未来,FS-ODT 有望在细胞



FS-ODT将多角度和多位置的多路复用照明转化为高通量数据采集和重建框架，
用于以大肠杆菌的3D成像

(图片来源:《Science Advances》)

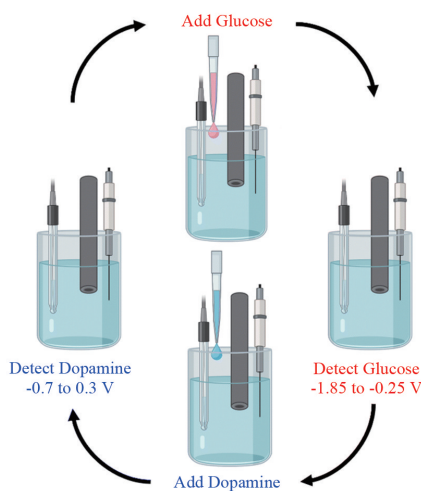
生物学中用于观察膜的快速波动,在活性物质物理中直接验证微生物的流体力学理论,甚至有可能发展成能在每秒成千上万个细胞中进行三维分析的“成像版流式细胞仪”。在神经科学中,它还有望通过折射率的快速变化捕捉神经活动。研究人员认为,如果将这项技术与人工智能算法结合,它将演变为一种能够自动识别和解析动态过程的“智能显微镜”,为科学探索带来新的可能性。

(来源:《Science Advances》)

纳米酶换挡实现全血葡萄糖、多巴胺检测

做血检时,通常每测一种分子就要用一种酶;混在一起就“串台”。澳大利亚新南威尔士大学的团队把这个“不成文规定”改写了,他们设计出一支“会挑活儿”

的纳米酶:在未经处理的全血里,只靠改变电极的电位脉冲顺序,就能先后选择性地检测葡萄糖与多巴胺2种截然不同的分子,而且都在同一滴样品里完成。核心做法是用金纳米核做活性中心,外面包一层惰性的碳壳,壳体里



确认葡萄糖和多巴胺双重检测的
实验程序示意

(图片来源:《Chemical Science》)

开出独立纳米通道,把底物像“分车道”一样引向活性位;再用电位把通道内的微环境(pH/离子/局部势场)调到最适合某一反应的状态,从而实现择一而反、按需切换。2025年8月22日,相关研究成果发表于《Chemical Science》。

与传统“一酶对应一种底物”不同,这个纳米酶更像“能换挡的多面手”。作者研究发现,通过2套不同的电位脉冲谱,纳米通道里的化学环境被可编程地调控,于是同一个活性位对两种底物分别表现出高选择性与信噪比。这种“纳米限域+电化学微环境编程”的思路并不局限于葡萄糖/多巴胺,原则上可以迁移到更多活性位与底物体系。

这项研究把“纳米限域+电位编程”变成可复制的选择性拨盘:除血液检测外,可直接迁移到ICU/急诊等场景实现同一样本的多指标串行监护;在可穿戴/居家设备中,用同一电极“换挡”即可测多个目标,减少传感头与一次性试剂;对电催化与有机电合成,提供在同一活性位上切换反应路径的新控柄,利于选择性电合成与串联反应设计;对材料与微流控,把通道几何与表面化学视为“第二活性层”,可指导高选择性膜分离、离子通道器件与纳流芯片;在食品/环境监测中,也有望在复杂基质里免/少前处理地实现多靶标快速筛查,服务质量控制与污水在线监测。总体而言,它提供了从分子—器件—系统多层次可编程的通用范式,医疗、化工、材料、环境等行业均可借鉴。

(来源:《Chemical Science》)