

“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

【光·科学与应用】

科学家研制出
宽视场大光圈元双目镜

美国华盛顿大学的研究团队研制出宽视场大光圈元双目镜。相关研究成果近日发表于《光：科学与应用》。

对于增强现实 / 虚拟现实和夜视等高端眼镜应用而言，宽视场和轻量化光学元件至关重要。传统折射透镜大多通过堆叠校正视场下的像差，但这会限制元件性能，并增加其尺寸和重量。

该研究团队展示了一种宽视场(超过 60°)元光学双透镜目镜，其入瞳直径为 2.1 厘米。在设计波长 633 纳米下，该元光学双透镜的性能与基于折射透镜的目镜系统相当。

这款元光学双透镜目镜显示了元光学在开发高品质单色近眼显示器和夜视系统方面的巨大潜力。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01674-0>

基于硅光子功率放大器的
可调谐激光器

德国电子同步加速器中心的 Neetesh Singh 团队研制出基于硅光子功率放大器的可调谐激光器。相关研究成果近日发表于《光：科学与应用》。

长期以来，高功率可调谐激光器因其在电信、测距和分子传感等领域的巨大应用潜力而备受关注。然而，其较小占地面积和紧凑的电路集成光子学导致储能容量有限，较大程度上限制了其输出功率，因此通常被认为不适用于高功率应用。20 世纪 90 年代末，为了改善光束质量，增加存储能量，科学家在光纤系统中引入大模场面积(LMA)技术，此后，这种 LMA 光纤的应用极大提升了光纤系统的高功率处理能力。

在芯片尺度引入 LMA 技术，对集成光子学系统的高功率信号生成同样具有颠覆性作用。在该研究中，团队展示了这项技术，并借助基于硅光子技术的 LMA 功率放大器，研制出一种超高性能的可调谐激光器，在 1.83μm 至 1.89μm 的 60nm 可调谐范围内，其输出功率达到 1.8W，这种集成式 LMA 设备可以显著提高目前仅限于几十毫瓦的集成式可调谐激光器的功率，功率水平达到了许多商业台式激光器的水平。

研究人员认为，该研究能使基于硅光子学的集成 LMA 器件在不依赖台式系统的情况下，大规模部署于高功率应用领域。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01681-1>

【美国化学会志】

二锰辅助因子介导的
氧活化和酶 C-H 键活化

美国加利福尼亚大学伯克利分校的 Jonathan Rittle 团队发现了二锰辅助因子介导的氧活化和酶 C-H 键活化。相关研究成果近日发表于《美国化学会志》。

双氧是有氧生物用于能量转移和关键生物合成过程的一种强效氧化剂。许多金属酶利用双氧介导 C-H 键活化反应，但大多数金属酶的活性位点辅助因子通常是铁或铜离子。与此相反，许多锰激活的酶，如谷氨酰胺合成酶和异柠檬酸裂合酶，只能进行氧化还原中性的化学转化，很少有酶能激活双氧或 C-H 键。

研究人员发现，形成单加氧酶 StbO (Mn₂-StbO) 的二锰金属化形式可以有效介导酶促 C-H 键活化。动力学、光谱学和结构研究表明，混合价二锰辅助因子 (Mn^{II}Mn^{III}) 能够激活双氧，并证明了超氧化物在使双氧活性 Mn^{II} 辅助因子成熟过程中的作用。这些发现证实了蛋白态二锰辅助因子介导复杂的多步氧化还原转化的可行性。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1021/jacs.4c16271>

高精度蛋白连接的
结构基础及应用

新加坡南洋理工大学的研究团队围绕高精度蛋白连接的结构基础及应用开展了研究。相关研究成果近日发表于《美国化学会志》。

2021 年，研究团队引入了 Connectase。这是一种用于蛋白质连接的改造古细菌蛋白酶家族，但其低处理能力和缺乏结构信息，阻碍了实际生物和生物物理应用的进一步工程设计。

在该研究中，研究人员展示了载子和底物结合形式的 MmConnectase 的 X 射线晶体结构。通过与其非活性对偶体 MjCET 进行比较分析，揭示了 MmConnectase 具有高精度连接活性的结构基础。

研究人员提出，修改 N 末端底物识别基元可抑制 MmCET 的可逆蛋白酶活性，从而在复杂的生物环境中实现蛋白质高精度连接，比如在含血清的细胞培养中。为了进一步证明其提高的加工效率和精度，研究人员利用单分子蛋白质展开实验，发现他们优化的 Connectase 与连接酶 OaAEP1 结合，可以实现蛋白质的逐步串联连接，从而形成明确的蛋白质聚合物。

研究人员表示，酶催化的蛋白质修饰在各种应用中发挥重要作用，在精度、偶联效率和生物相容性方面优于化学方法。不过，连接酶在异质生物环境中的作用仍然受有限的靶序列特异性限制。

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1021/jacs.4c10689>

科学家设计“智能细胞”获突破

本报讯 科学家针对生物磷酸化过程开发出一套新工具，用于在人体细胞中定制感知和响应电路。

这项 1 月 2 日发表于《科学》的研究，代表了合成生物学领域的一项重大突破，有望改变自身免疫性疾病和癌症等复杂疾病的治疗方法。

“想象一下，细胞内由蛋白质组成的微小处理器可以‘决定’如何对炎症、肿瘤生长标志物或血糖水平的特定信号作出反应。”论文第一作者、美国莱斯大学的研究员杨晓宇说，“这项工作使我们更接近于构建能够检测疾病迹象并立即定制治疗方案的‘智能细胞’。”

人工细胞电路的设计依赖于磷酸化——这

是一种细胞对环境作出反应的自然过程，特征是向蛋白质中添加磷酸基团。磷酸化涉及广泛的细胞功能，包括将细胞外信号转化为细胞内反应，例如移动、分泌物质、对病原体作出反应或表达基因。

在多细胞生物中，基于磷酸化的信号传导通常涉及多阶段的级联效应，像多米诺骨牌一样。之前在人类细胞中利用这种机制进行治疗的尝试主要集中在重新设计天然信号通路。然而，这些途径的复杂性使其难以使用，因此效果相当有限。

得益于莱斯大学研究人员的新发现，基于磷酸化的“智能细胞”带来的创新在未来几年可能会有一个显著突破。而促成这一突破的是视

角的转变。

磷酸化是一个连续的过程，由一系列相互关联的循环展开，即从细胞输入(细胞在环境中遇到或感觉到的东西)到输出(细胞的反应)。研究小组意识到并着手证明了级联中的每个循环都可以被视为一个基本单元，而这些单元可以按新的方式连接在一起，构建连接细胞输入和输出的新途径。

“这打开了信号电路设计的空间。”论文通讯作者、莱斯大学助理教授 Caleb Bashor 说，“我们的策略能够设计出合成磷酸化回路，这些回路不仅具有高度可调性，而且可与细胞自身的过程并行运作，且不会影响细胞存活率或生长速度。”

这虽然听起来很简单，但要弄清楚如何构建、连接和调整这些单元，包括细胞内和细胞外输出的设计绝非易事。

“我们不奢望我们设计的合成信号通路，能与人类细胞中的天然信号通路以相似的速度和效率运行。这需要大量的努力与合作才能实现。”杨晓宇说。

这种新的细胞电路设计的一个明显优势是，磷酸化在几秒钟或几分钟内就能迅速发生。而以前的许多合成电路设计都是基于不同的分子过程，如转录，可能需要几个小时才能激活。

(李木子)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1126/science.adm8485>

科学此刻

废水处理厂
污染饮用水

一项近日发表于美国《国家科学院院刊》的研究发现，美国的废水处理厂可能排放了大量的“永久化学品”——PFAS(全氟烷基和多氟烷基物质)，这会导致饮用水中的污染物浓度超标，可能影响 1500 万人的健康。同时，这些设施还会向饮用水中释放长效处方药。

尽管这些工厂可以净化废水，但无法清除所有在上游添加的污染物，而残留的化学物质又会被释放到供应饮用水的管道中。“这是一个进入环境的漏斗。”美国纽约大学的 Bridger Ruyle 说，“就像你从不同的地方收集了一堆东西，然后都放到了一个地方。”

PFAS 是个备受关注的话题。由于含有碳-氟键，它们在环境中极其稳定。经常接触几种 PFAS 会增加健康风险，包括肝损伤和各种癌症。最近，美国环保署(EPA)对饮用水中的 6 种经过充分研究的 PFAS 做出了严格限制。

污水处理设施是 PFAS 污染的源头之一。它们产生的污泥等副产品有时被用作肥料。为了弄清处理过的水中是否还存在类似的污染物，Ruyle 和同事在美国 8 个大型污水处理设施的废水中测量了 PFAS 和其他含有碳-氟键的分子的浓度。

研究结果表明，美国各地的废水处理厂每



美国加利福尼亚州的一座废水处理厂。

图片来源: Getty Images

年向环境中排放了数万公斤的含氟化合物，其中包括大量 PFAS。一旦处理过的废水从设施中排出，就会与河流和湖泊中的水体混合。“这将造成下游的饮用水问题。”Ruyle 表示。

研究人员将这些数据输入一个美国饮用水系统模型，发现这些废水可能让约 1500 万人的饮用水 PFAS 浓度超过 EPA 的标准。而在干旱时期，由于稀释废水的自然降水减少，可能有 2300 万人的饮用水受到影响。Ruyle 表示，由于他们的模型假设自然水体中不含 PFAS，因此“这可能还是保守估计”。

“这表明废水处理厂确实是这些化合物的重要来源。”美国约翰斯·霍普金斯大学的 Carsten Prasse 表示，“目前我们的废水处理厂还

没有处理这种物质的能力。”

仅是 PFAS 就已构成问题，但研究人员还发现，这些设施排放的含氟化合物大多数并非 PFAS，而是常见药品中的其他化合物，如他汀类药物和 SSRIs(选择性 5-羟色胺再摄取抑制剂)，这些药物同样对生态系统和人类构成了威胁。

Ruyle 说，人们对长期接触此类低剂量化合物的后果还不甚了解。“我们需要探讨是否应该在药品中大量使用氟。”Ruyle 表示，尽管氟化反应被广泛应用于药品合成，以增强其在人体内的效果，但如何防止广泛的化学污染应当被重视。

(赵宇彤)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1073/pnas.2417156122>

“陈年老冰”融化导致北极冰脊减少

本报讯 北极“陈年老冰”正在逐渐融化。一项 1 月 6 日发表于《自然-气候变化》的研究指出，这些海冰的融化大幅降低了北极冰脊的产生频率和规模。

冰脊由浮冰相互挤压堆积形成，一部分像一两米高的帆一样露出海面，而海面以下还有绵延 30 米深的“龙骨”，对于航运来说是障碍。但冰脊是生态系统的重要组成部分。

冰脊不仅影响海冰的能量和质量平衡，还影响生物地球化学循环和生态系统——当风吹动冰脊的“帆”时，浮冰可以在整个北极地区移动。北极熊便将冰脊作为越冬或诞育幼崽的“基地”。

此外，这些结构为冰川中的不同生物提供了保护，促进湍流混合，从而增加了养分有效性。

过去 30 年的卫星数据显示，北极海冰因气

候变化而发生了巨大改变，这主要体现在夏季冰层覆盖面积一直在下降、浮冰变得越来越薄且移动速度越来越快。但作为北极海冰重要特征的冰脊受到何种影响，研究人员并不清楚。直到近几年研究人员才有可能从太空中对其开展可靠监测。

德国阿尔弗雷德-魏格纳极地和海洋研究所(AWI)的研究人员重新整理了 30 年来北极上空勘测收集的数据。勘测飞行总里程约为 7.6 万公里。

该研究首次发现，格陵兰岛北部和弗拉姆海峡冰脊产生的频率每 10 年下降 12.2%，冰脊的高度每 10 年降低 5%。

作为北冰洋的一部分，古老海冰堆积的林肯海的数据显示出相同趋势：这里冰脊产生的频率每 10 年下降 14.9%，冰脊的高度每 10 年下

降 10.4%。

“北极越来越多的地区由会在夏季融化且冻结不超过一年的冰层组成。这种又薄又新的冰更容易变形，并更快形成新的冰脊。但由于‘老冰’损失过于严重，以至于我们观察到的冰脊产生频率整体呈下降趋势。”论文作者、AWI 海冰专家 Thomas Krumpen 说。

研究人员利用卫星数据发现，在“老冰”少的地区，冰脊下降率最高。比如波弗特海和北极中部地区发生的变化最大，有些地方夏季甚至无冰。

研究人员指出，随着相关研究的开展，有更多谜题亟待解开，比如冰脊年龄的作用具体是什么、在冰脊减少的情况下为何对北极冰层的漂移速度总体上反而有所加快等。

(徐锐)

相关论文信息：

<https://doi.org/10.1038/s41558-024-02199-5>

2025 年，哪些全球重大科技进展值得期待？

■新华社记者 罗国芳

世界正面临着前所未有的科技进步。从量子计算到生物技术，从太空探索到绿色能源……科学与技术的发展大幅提高了效率，催生出新商业模式和机遇，给社会、经济以及人类生活带来深刻影响。展望新的一年，科技领域有许多事件值得关注。

量子技术向商用迈进

2024 年 6 月，联合国宣布 2025 年为“国际量子科学与技术年”，旨在提高公众对量子科学和应用重要性的认识。尽管量子技术尚未实现大规模商业化，但该领域的研发和商业步伐正在加快。

美国谷歌公司近期宣布推出新款量子芯片 Willow，它解决了量子纠错领域近 30 年来一直试图攻克的关键难题，并在基准测试中展现出非常高的性能。美国微软公司和原子计算公司近期共同宣布一项关于容错量子计算的新突破。他们通过利用激光固定中性原子，成功实现 24 个逻辑

量子比特的纠缠。两家公司计划在 2025 年向商业客户交付基于该技术的量子计算机。

基因治疗应用拓展

以 CRISPR 为代表的基因编辑技术正在成为药物研发热门领域。2023 年 11 月至 12 月，全球首款基于 CRISPR 技术的体内基因编辑疗法 Casgevy 在英国和美国相继上市，适用于镰状细胞病和输血依赖型 β 地中海贫血的治疗。全球还有多款基于 CRISPR 技术的体内基因编辑疗法进入临床试验，针对疾病包括慢性乙肝、转甲状腺素蛋白淀粉样变性、年龄相关性黄斑变性等。2025 年，基于 CRISPR 技术的疗法有望在疾病治疗方面发挥更大作用。

太空探索多点开花

2025 年，多国航天机构和航天企业已将一系列太空探索任务排上日程。新的一年将是月

球交通繁忙的一年，日本民间企业“i 太空公司”将执行新的探月任务，美国私营企业“直觉机器”公司将向月球南极发射着陆器。

在宇宙探索方面，美国航天局将于 2025 年 2 月发射“宇宙历史、再电离时代和水探测器分光光度计”(SPHEREx)，计划展开为期两年的探测任务，在可见光波段和近红外波段巡天，以获取超过 4.5 亿个星系和银河系中超过 1 亿颗恒星的数据库。

另外，还有两项研究太阳风的任务将于 2025 年执行发射。

绿色技术应对气候挑战

在全球气候变化日益加剧的背景下，绿色技术被认为是 2025 年技术发展的主要方向之一。人工智能的迅猛发展凸显了对能源的巨大需求，多家科技巨头将目光转向核能。2024 年，谷歌、微软、亚马逊等企业纷纷宣布直接入股核电企业或向核电企业购买电力。国际能源署此

前预测，2025 年全球核发电量将创历史新高。小型模块化反应堆等核技术的创新发展将提供更安全、高效的核能解决方案。

《联合国气候变化框架公约》第 30 次缔约方大会将于 2025 年 11 月在巴西举行，各国希望在气候资金问题上取得新进展。

人工智能不断进化

人工智能(AI)已成为推动全球经济、产业和社会变革的驱动力。2025 年，AI 将进一步深入医疗、教育、交通等领域，成为人们工作和生活中的常用工具。

多模态 AI 是 AI 进化的重要里程碑，它融合了文本、图像、音频和视频等数据，可为用户提供更自然、更直观的人机交互体验。谷歌云计算部门近期发布的《2025 年 AI 商业趋势》报告预测，2025 年多模态 AI 将成为企业采用 AI 的主要驱动力，预计 2025 年全球多模态 AI 市场规模将达到 24 亿美元。



图片来源: Pixabay