

合”。这个中间收缩过程是一个关键,为神经突触实现高效、高保真信号传递奠定了结构基础。

这一研究更新了传统认知:囊泡释放并非简单的全融合或亲吻-逃逸,而是包含一个关键的中间收缩阶段。这一“亲吻-收缩-逃逸”机制,不仅统一了争议半个世纪的2种模型,同时揭示了神经突触高效与高保真传递的结构基础,也为深入理解神经信号传递、突触可塑性以及相关脑疾病的机理提供了新视角。同时,时间分辨冷冻电镜技术的研发,为剖析细胞内其他快速生命过程,如病毒入侵、细胞分泌等提供了新的方法平台。

(综合:《Science》、中国科学技术大学官网、中国科学院官网、《中国科学报》)

AI+酶工程 8 h可回收近 99% 聚氨酯塑料

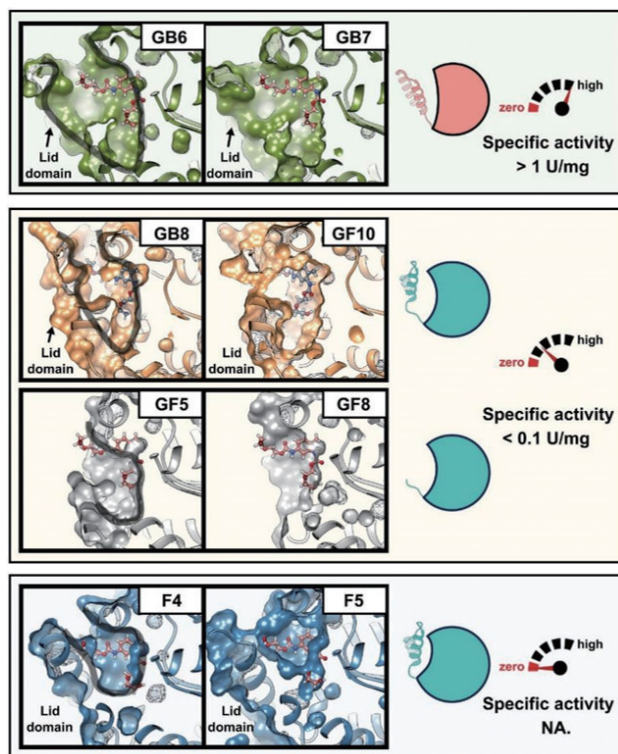
北京化工大学吴边团队与中国科学院微生物研究所崔颖璐团队合作,借助人工智能驱动的生物酶资源挖掘策略,成功发现了一种新型脲酶 AbPURase。该酶具有优异的有机溶剂耐受性,在高浓度醇解反应介质中仍能保持极高催化活性与稳定性,与工业聚氨酯醇解工艺高度兼容。该成果首次实现了在工业条件下聚氨酯的规模化生物解聚,为聚氨酯塑料的绿色循环利用提供了高效、可持续的新路径。2025年10月30日,相关研究成果发表于《Science》。

聚氨酯塑料作为一种高分子聚合物,被广泛应用于汽车制造、

绝缘材料、矿山机械及建筑工程等领域。理论上,可通过水解等化学方法将其解聚,回收原始单体实现循环利用,但这类材料具有高度交联的三维网络结构,导致其解聚过程条件苛刻,严重制约了其闭环再生的产业化进程。为实现聚氨酯的生物酶解,关键在于开发能够高效水解氨基甲酸酯键的脲酶。

基于此,研究人员开发了基于图神经网络的酶挖掘工具 GRASE (GNN-based Recommendation of Active and Stable Enzymes)。该工具通过估算蛋白质序列与结构之间的似然性,预测蛋白质稳定性;并利用图神经网络提取催化口袋中氨基酸的局部微环境与整体结构信息,通过在高维空间中计算不同催化口袋特征向量之间的余弦相似度以度量其功能相似性,从而实现从酶底物特异性与反应偏好性的精细推断。

研究人员利用 GRASE 工具,从宏基因组数据中成功挖掘到多个具有氨基甲酸酯降解活性的酶,其中来源于脂环酸芽孢杆菌属的 AbPURase 酶表现出全方位的优异特性。该酶具有一个 V 形活性口袋,该结构由一个紧密的



不同酶活性位点口袋的局部结构差异凸显了

盖结构在催化性能中的关键作用

(图片来源:《Science》)

疏水核心及多个脯氨酸残基所稳定的盖结构域构成。这一独特的结构不仅有助于酶与底物的结合,还有效阻隔了有机溶剂分子向活性中心的渗透,从而保障了 AbPURase 在高浓度有机溶剂中结构和功能的完整性。

得益于其独特的天然结构特性,AbPURase 酶在工业醇解工艺中的高浓度二乙二醇环境中,活性高达已报道脲酶的 465 倍,显示出卓越的催化效率和极强的有机溶剂耐受性。在模拟工业化反应条件的千克级商业聚醚型聚氨酯泡沫降解实验中,AbPURase 在 8 h 内实现了 98.6% 的底物转化率,降解单体 TDA 及醇解剂 DEG 的回收率分别高达 94.7% 和 98.5%。此外,AbPURase 还表现出优异的操作稳定性,可在多轮

循环中维持高降解活性,显示出该酶的工业应用潜力。

该研究不仅为塑料循环利用提供了具备工业应用潜力的解决方案,还推动了人工智能在工业酶开发领域的智能化进程。

(综合:《Science》、
北京化工大学官网、
中国科学院微生物研究所官网)

“即插即用”卤素策略让烯烃生产告别CO₂排放包袱

费托合成是化学工业中一项重要的催化反应技术,主要用于将合成气转化为液体燃料或烯烃等高值化学品。中国科学院山西煤炭化学研究所温晓东团队联合北京大学马丁团队,首次在铁基费托合成催化剂上实现了CO₂选择性低于1%、烯烃选择性超过85%的重大突破,为高碳资源的清洁高效利用提供了全新思路。2025年10月30日,相关研究成果发表于《Science》。

烯烃是合成纤维、橡胶和塑料等化工产品的关键原料,被誉为“化工基石”。长期以来,工业烯烃主要来源于石油裂解。随着石油资源趋紧与“双碳”目标推进,开发以煤炭、天然气或生物质气化合成为原料的绿色低碳路径成为国际前沿方向。其中,费托合成因能直接将合成气转化为烯烃和燃料备受关注。然而,传统铁基催化剂具有费托合成、水煤气变换以及一氧化碳歧化多重活性,导致大量CO₂生成,严重限制了碳利用效率和烯烃选择性。

为了突破这一瓶颈,研究人员

结合表面化学势调控理论、自动化高通量实验,提出了一种痕量卤代烷烃共进料调控策略。通过X射线光电子能谱、同步辐射X射线吸收近边结构谱、高灵敏度低能离子散射谱等各种先进表征技术,发现在反应气中引入百万分之一级的卤代烷烃,即可在分子层面实现对表面氧物种循环的有效调节,从而动态调控催化剂表面的催化性能:阻断H₂O的解离,抑制水煤气变换(WGS)副反应;阻止表面O与CO结合,几乎完全消除歧化反应生成的CO₂;抑制烯烃加氢副反应,显著提升烯烃产率。

这一“分子手术式”策略无需改变催化剂配方,只需在反应体系中引入微量卤素,即可实现CO₂近零排放与高烯烃选择性,具有即插即用的普适优势。

该研究不仅实现了低碳与高效的双重突破,还揭示了卤素在反应中的活化—调控机理,为理解铁基费托催化剂的微观反应路径提供了重要理论依据。未来,团队将继续探索卤素调控策略的工业放大与长期稳定性验证,推动其在煤制油、天然气转化及生物质利用等领域的应用,助力我国煤化工产业向高效、低碳、绿色方向转型。

(综合:《Science》、中国科学院
山西煤炭化学研究所、
北京大学官网、科学网)

“中国天眼”首次捕获系外恒星黑子区射电暴信号

北京大学地球与空间科学学院田晖团队利用“中国天眼”(FAST),首次探测到来自恒星黑

子区域的毫秒级射电暴信号,为直接探测恒星小尺度磁场、揭示恒星磁活动的起源提供了全新的观测手段。该成果填补了学界对太阳系外恒星小尺度磁场认知的空白,对于推动系外空间天气研究有重要意义。2025年10月18日,相关研究成果发表于《Science Advances》。

测量恒星小尺度磁场是探究恒星磁活动起源、评估其潜在空间天气效应的关键。但长期以来,主流的恒星磁场测量方法(如塞曼多普勒成像)基本只能提供恒星全球性的大尺度磁场信息,无法分辨恒星黑子区域的小尺度磁场结构。

在一颗名为AD Leo的活跃红矮星上,研究团队用FAST探测到一种极为特殊的射电暴,其信号频率变化速度高达8 GHz/s,远超以往在类似恒星上观测到的任何射电暴频率漂移速率。他们认为,要产生如此快速的频率漂移,辐射源必须来自一个磁场强度高且位置非常接近恒星表面的区域。结合对恒星磁场模型的分析,他们排除了大尺度磁场的可能性,确定信号来自黑子上方的小尺度磁场结构。

该发现说明恒星黑子区域的磁活动能将电子加速到极高能量,这些电子在磁场中做回旋运动,产生独特的射电辐射。捕捉这些射电信号,就可以直接分析恒星表面小尺度的磁场结构。这为研究恒星磁活动的起源、理解恒星复杂的磁场结构提供了全新方法。

FAST望远镜提供的高灵敏