科学家提出木质纤维素三素催化精炼新策略

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/27476.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

近日，中国
科学院大连化学物理研
究所生物能源研究部生物能源化学品研究组研
究员
王峰团队，在木质纤维素三素分离和高值利用方向取得重要突破。该团队针对木质素分离中易发生低值化自缩合的
难题，设计并开发了催化木质素芳基
化的三素分离（CLAF
）技术。该研究利用木质素易缩合的倾向，通过引入具有高亲核活性的木质素衍生酚，大幅提高木质素发生芳基化反应的选择性。基于CLAF技
术
提取的芳基化木质素通过催化解聚，可制备环境友好的可再生双酚及寡聚酚。联产的纤维素组分和半纤维素糖可分别转化为高纯溶解浆和木糖/
糠醛。该策略源于对木质素自缩合反应本质的新认识，采用催化反应手段，解决了在木质纤维素绿色精炼过程中三组分高效分离并高值化利用的难题。这一成果将助力非石化资源高值化利用，并有望解决我国生物质原料利用不充分、生物质基材料进口依存度高等问题。

木质纤维素是自然界中储量最丰富的可再生原料，来源于木材、竹材、秸秆等，主要由纤维素、半纤维素和木质素（简称“ 三素 ”）组成。从微观来看，纤维素分子交织成束，分散于半纤维素和木质素组分中，形成类似于“ 钢筋混凝土 ”
的结构。木质纤维素作为可再生化工原料使用的关键难题是如何高质量地分离三素以获取易于规模化利用的原料，进而供下游转化使用。现代化学法制浆造纸过程中，酸、碱等化学处理方式可实现木质素、半纤维素和纤维素组分的部分分离。纤维素纸浆仅约占生物质总量的一半，而占总量20%至30%
的木质素发生不可控缩聚，难以完全与纸浆分离，导致木质素的催化反应活性降低，从而作为工业废料直接燃烧。作为最具利用价值的可再生碳资源，木质纤维素三素如果无法充分利用，将限制生物质化工发展的经济性和环境友好性。

王峰团队重新考量木质素缩合反应的“ 弊 ”和“ 利 ”，认为利弊是相对的且不存在绝对有利的反应或者绝对有害的反应。木质素发生自缩合反应从化学上可归为芳基化反应，而芳基化反应本身并不是一件“ 坏事 ”，与其采用“ 堵 ”的方法抑制木质素缩合，不如利用木质素结构中存在自缩合反应位点的“ 优势 ”，解决芳基化反应选择性的问题。因此，该团队“ 因势利导 ”地引入与木质素结构类似且具有高亲核活性的单酚化合物。在三素分离过程中，单酚与木质素发生选择性芳基化反应，阻止木质素发生无序自缩合。木质素芳基化改性后，溶解性显著提高，可与纤维素、

半纤维素组分高效分离，同时保留了自身活性芳基醚结构，更利于后续催化解聚。

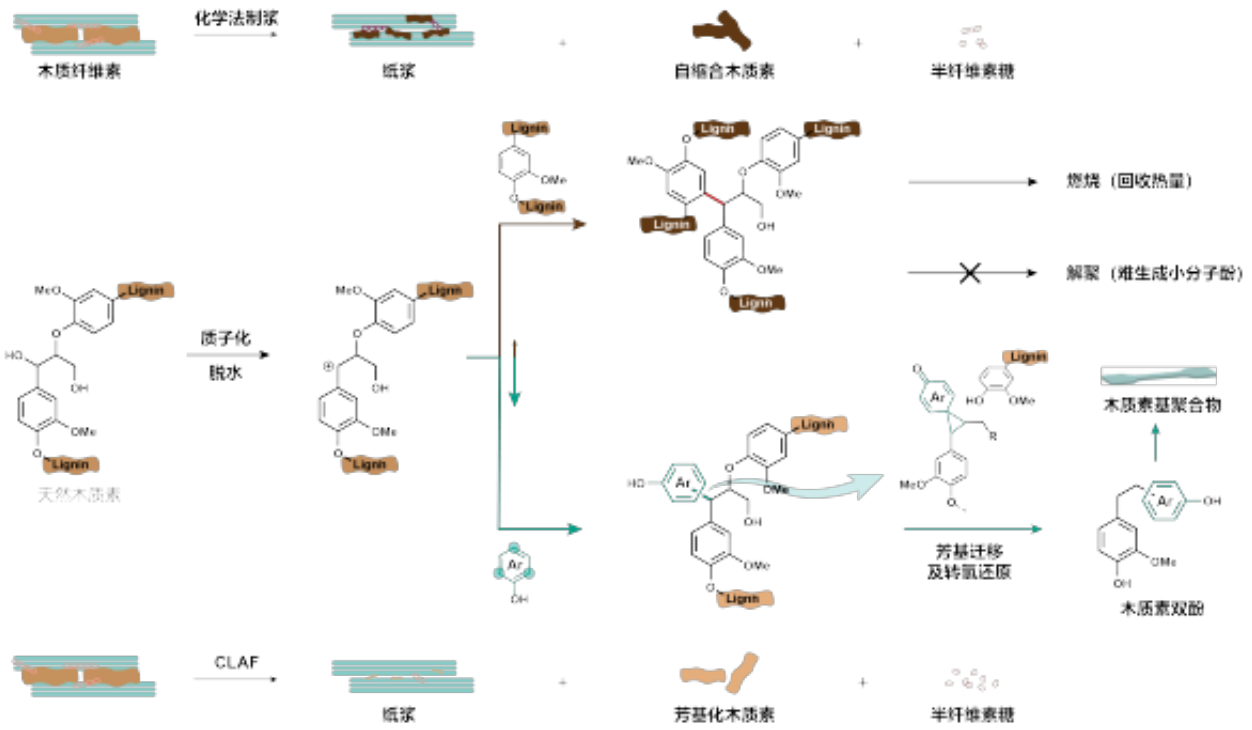
此外，研究团队高度关注该研究的应用出口，从终端市场角度思考木质素催化转化。当前，主流路线是通过定向催化解聚木质素中C－O键和C－C
键生成木质素单酚，但
热固树脂和热塑树脂生产的主要酚类原料为双
酚A
而非单酚化合物。该团队从产品的终端市场需求出发，明确了直接催化解聚木质素制备双酚的研究方向。基于芳基化木质素的结构特性，该研究开辟出芳基迁移的催化解聚路线，即将CLAF技术
处理后的木质素组分直接催化解聚为木质素基双酚。科研人员将此类双酚与石化基双酚A（BPA）进行初步比较研究发现，此类双酚与
BPA的材料学性能基本相当，但内分
泌干扰活性显著下降；此类双酚的生物安全性可提高100倍以上，具有优良的市场应用前景。

CLAF技术以木质纤维素为原料，以高品质溶解浆、半纤维素糖、木质素双酚/聚合材料等作为重要产品出口。溶解浆中纤维素纯度高达95%以上，可替代棉花，提供纺织原料、药辅原料等；半纤维素糖可用于功能性糖、糠醛及其衍生物等重要平台化合物的生产，将有效拓宽半纤维素原料来源；木质素双酚及寡聚酚虽暂无规模化应用，但现阶段的成果已展现出其替代石化基BPA的潜力。作为热固性聚合物和热塑性聚合物的重要前体，木质素基双酚有望在涂料、胶黏剂、通用塑料和工程塑料领域提供可再生和环境友好的产品方案。

CLAF技术有望降低相关产业对化石资源的依赖。同时，CLAF技术可以充分利用不同地区的生物质原料，将推动相关产业本土化发展。

5月29日，相关研究成果以*Selective lignin arylation for biomass fractionation and benign bisphenols*为题，发表在《自然》（*Nature*）上。其中，
双酚毒理分析由中国科学院生态环境研究中心江桂斌院士团队完成，木质素基聚合物合成及表征由大连化物所周光远团队协助完成。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国博士后科学基金以及辽宁省生物质能源转化与材料重点实验室等的支持。

论文链接



科学家提出木质纤维素三素催化精炼新策略

研究团队单位：大连化学物理研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发