

项目名称	γ-戊内酯的绿色制备及其对生物质高效增值的促进机制研究
提名单位	天津大学
项目简介	<p>本项目面向我国对木质纤维素类资源可持续绿色开发的重大需求，围绕生物质基 γ-戊内酯的绿色制备及其在生物质定向催化转化以及其衍生高值材料制取过程中的关键科学与技术问题展开深入研究，旨在充分发掘 γ-戊内酯在构建和发展高效、绿色、可持续的生物质资源利用体系的潜力。项目团队首次提出以“生物质基 γ-戊内酯促进生物质原料增值”为思想内核的“循环性生物质精炼”先进理念，试图寻求高效的 γ-戊内酯生物质催化合成及其生物质增值转化的“落叶归根”式可持续循环性策略。基于该理念，研究团队围绕“非气态氢源供氢驱动的生物物质基 γ-戊内酯的绿色制备路径”、“γ-戊内酯协同酸催化剂促进生物质定向转化酸/醛类平台分子”、“γ-戊内酯促进木质素高效分级以及木质素基微纳米颗粒材料制备”等核心内容进行了大量的基础研究工作并提出了一系列关于 γ-戊内酯绿色合成及其作为溶剂对生物质增值的促进机制方面的新理论和新方法，为 γ-戊内酯驱动的循环性生物质精炼理论发展和技术创新提供支撑。主要的科学创新如下：</p> <p>(1) 系统性开展了用于替代传统分子氢气直接加氢方式的“甲酸原位供氢”和“醇类转移加氢”促进 γ-戊内酯高效制备的新型路径研究。率先提出并阐释了碱剂辅助甲酸分解制氢及其对乙酰丙酸原位加氢转化 γ-戊内酯的促进机制；发展了新颖非贵金属催化剂多位点协同诱导醇类转移加氢促进乙酰丙酸酯类与糠醛到 γ-戊内酯的一锅多步转化路径。为 γ-戊内酯绿色制备的新型路径和催化材料的设计与创制提供启发。</p> <p>(2) 阐释了 γ-戊内酯溶剂协同传统质子酸和多位点（分子筛和碳基）固体酸对生物质原料定向转化酸/醛类平台分子的促进机制，明确了 γ-戊内酯在促进底物溶解、加速反应进程、抑制副反应等方面的多重溶剂效应，证实了 γ-戊内酯协同酸催化剂策略在系统性提升生物质原料到酸/醛类分子复杂定向级联转化的反应性和选择性的有效性，实现了均相和非均相酸催化促进生物质原料定向转化的性能改善和活化能降低，极大改善了传统水热酸催化方式下生物质转化的催化效率低下和产物分布复杂等难题。</p> <p>(3) 提出了基于 γ-戊内酯/水溶剂的木质素“高效溶解—逐级沉出”分级方法并阐释了分级过程中木质素基本结构单元的演变规律，有效改善了传统酸性预处理方式下木质素的缩合和解聚问题；进一步发展了 γ-戊内酯/甘油溶剂诱导的木质素“混溶—乳化—析出”工艺制备高得率（90%以上）木质素基微纳米球，克服了传统溶剂法木质素基纳米材料合成过程中有害溶剂使用、过程繁琐耗时、产品形貌粒径不均一的缺点。</p> <p>上述多项研究成果被 <i>Green Chem.</i>、<i>ACS Sustainable Chem. Eng.</i>、<i>ChemSusChem</i>、<i>Catal. Sci. Technol.</i> 等高水平国际期刊封面报道。研究工作受到国内外相关领域学者的广泛关注和积极评价，带动了国内外二十余个团队的跟进研究。项目完成人曾入选教育部青年长江学者计划、教育部新世纪优秀人才支持计划、天津市海外高层次人才、天津市 131 创新型人才培养工程 etc 人才计划。</p>

主要完成
人情况

1. 姓名：吕学斌
排名：1
技术职称：教授
工作单位：天津大学
完成单位：天津大学
对本项目重要科学发现的贡献：
系统性开展了用于替代传统分子氢气直接加氢方式的“甲酸原位供氢”和“醇类转移加氢”促进 γ -戊内酯高效制备的新型路径研究；明确了 γ -戊内酯溶剂协同传统质子酸和多位点（分子筛和碳基）固体酸对生物质原料定向转化酸/醛类平台分子的促进机制。
2. 姓名：司传领
排名：2
技术职称：教授
工作单位：天津科技大学
完成单位：天津科技大学
对本项目重要科学发现的贡献：
开发了 γ -戊内酯溶剂驱动的可回收磷钨酸促进纤维素及其衍生糖定向转化生物质基乙酰丙酸的催化体系；开发了 H-ZSM-5 分子和 SAPO 分子筛系列固体酸耦合 γ -戊内酯溶剂的催化体系；提出了 γ -戊内酯促进木质素高效分级以及木质素基微纳米颗粒材料制备的工艺方法。
3. 姓名：纪娜
排名：3
技术职称：教授
工作单位：天津大学
完成单位：天津大学
对本项目重要科学发现的贡献：
开展了用于替代传统分子氢气直接加氢方式的“甲酸原位供氢”和“醇类转移加氢”促进 γ -戊内酯高效制备的新型路径研究；发展了新颖非贵金属催化剂多位点协同诱导醇类转移加氢促进乙酰丙酸酯类与糠醛到 γ -戊内酯的一锅多步转化体系。
4. 姓名：于志昊
排名：4
工作单位：天津大学
完成单位：天津大学
对本项目重要科学发现的贡献：
提出了用于替代传统分子氢气直接加氢方式的“甲酸原位供氢”促进 γ -戊内酯高效制备的新型路径研究；开发了具有高分散 MoS₂ 活性物种和发达 Lewis 酸位点的 MoS₂/AC 催化剂用于醇类转移加氢促进的 γ -戊内酯高效制备。

	<p>5. 姓名：王冠华 排名：5 技术职称：副研究员 工作单位：天津科技大学 完成单位：天津科技大学 对本项目重要科学发现的贡献： 开发了基于 γ-戊内酯/水二元溶剂体系的木质素“高效溶解—逐级沉出”分级方法用于分子量分散性高木质素的有效分级；开发了基于 γ-戊内酯/甘油二元溶剂体系的木质素“混溶—乳化—析出”新颖工艺以高得率制备木质素基微纳米球。</p>
<p>主要完成单位</p>	<p>1、天津大学 2、天津科技大学 3、西藏大学</p>
<p>代表性论文（专著）目录：</p>	<p>1. 名称：Production of γ-valerolactone from levulinic acid over a Ru/C catalyst using formic acid as the sole hydrogen source 刊名：Science of the Total Environment 作者：Jing Feng, Xiaochao Gu, Yudan Xue, Yiwen Han, Xuebin Lu</p> <p>2. 名称：Synthesis of γ-valerolactone from different biomass-derived feedstocks: Recent advances on reaction mechanisms and catalytic systems 刊名：Renewable and Sustainable Energy Reviews 作者：Zhihao Yu, Xuebin Lu, Chen Liu, Yiwen Han, Na Ji</p> <p>3. 名称：Green and efficient production of furfural from corn cob over H-ZSM-5 using γ-valerolactone as solvent 刊名：Industrial Crops and Products 作者：Xiaoyun Li, Qingling Liu, Chuanling Si, Lefu Lu, Chunhui Luo, Xiaochao Gu, Wei Liu, Xuebin Lu</p> <p>4. 名称：Lignin-based solid acid catalyst for the conversion of cellulose to levulinic acid using γ-valerolactone as solvent 刊名：Industrial Crops and Products 作者：Yiwen Han, Lei Ye, Xiaochao Gu, Puli Zhu, Xuebin Lu</p> <p>5. 名称：Using green γ-valerolactone/water solvent to decrease lignin heterogeneity by gradient precipitation 刊名：ACS Sustainable Chemistry & Engineering 作者：Guanhua Wang, Xiaoqian Liu, Bo Yang, Chuanling Si, Ashak Mahmud Parvez, Jinmyung Jang, Yonghao Ni</p>