

廣西大學

博士学位答辩资格审核表

学院	轻工与食品工程	学科专业名称 (与学籍信息一致)	0822 轻工技术与工程		
研究生姓名	余源元	学号	2216401003	入学日期	2022年09月
指导教师 (姓名、职称)	王双飞 教授(院士) 闵斗勇 教授		学位类型	<input checked="" type="checkbox"/> 学术学位 <input type="checkbox"/> 专业学位	
学位成果类型	<input checked="" type="checkbox"/> 学位论文 <input type="checkbox"/> 实践成果(成果形式:)				
学位成果题目	木基炭负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究				

质量审核

评阅情况	送审情况			评审结果		
	聘请	评阅专家	其中行业专家	专家 1	专家 2	专家 3
		3 人	3 人			
回收	3 份	3 份	94 分	81 分	78 分	

答辩专家组成审核

答 辩 委 员 会	姓名	职称	是否 博导	是否我校 兼职博导	工作单位	备注
	吉兴香	教授	是	否	齐鲁工业大学	
委员	李文志	教授	是	否	中国科学技术大学	
	金永灿	教授	是	否	南京林业大学	
	张燕娟	教授	是		广西大学	
	宋雪萍	教授	是		广西大学	

答辩秘书 (姓名、职称)	陆敏生 讲师	联系电话	15201433637	答 辩 时间、地点	轻工副楼 201 2026年5月24日 9:00-11:00
-----------------	-----------	------	-------------	--------------	--------------------------------------

学院学位评定分委员会审核意见:

是否同意答辩: 同意 不同意

学位评定分委员会主席 (签名)

(单位公章)

2026年5月24日

校学位评定委员会办公室备案

广西大学研究生院
备案专用章

注: 1. 本页不足可增页, 增页时, 审核表应双面打印。

2. “是否我校兼职博导”栏, 本校老师请留空。

3. 根据评阅意见需修改后答辩的, 须附上《博士学位成果修改认定表》。

廣西大學

博士答辯資格簡況表

学院	轻工与食品工程学院	学科专业 (研究方向)	轻工技术与工程 生物质功能材料	
研究生姓名	余源元	入学日期	2022年9月	指导教师 王双飞 闵斗勇
学位成果类型	<input checked="" type="checkbox"/> 学位论文 <input type="checkbox"/> 实践成果 (成果形式:)			
学位成果题目	木基炭负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究			
答辩地点	轻工学院副楼 201	答辩时间	2026年5月24日	
<p>主要研究内容及重要结论 (≤300字):</p> <p>本论文以木材衍生碳为结构平台,围绕电催化合成氨中的硝酸盐还原 (NitRR) 和氮气还原 (ENRR) 两条路径,构建了 $\text{Cu}_{\text{SA}}\text{-ZnO/CW}$、$\text{CuMn/OCW}$、$\text{FeMo-CDW}$ 和 FeCe/SCW 系列原子级催化体系。研究表明,木基碳骨架可提供传质通道、导电网络和原子锚定位点;在 NitRR 中, $\text{Cu}_{\text{SA}}\text{-ZnO/CW}$ 实现 NO_3^- 吸附与逐步还原, Cu-Mn 邻位双原子位点进一步通过脱氧/氢化功能分工重构反应路径;在 ENRR 中, O 配位 Fe-Mo 双原子位点增强 N_2 吸附极化与 $\text{N}\equiv\text{N}$ 键活化, Ce-Fe 双原子与 S 配位界面进一步协同调控电子传递、质子供给和 HER 竞争。论文揭示了木基炭骨架、局域配位环境和异核原子位点协同调控电催化合成氨的转化机制。</p>				
<p>创新点内容:</p> <p>(1) 利用木材天然贯通孔道和碳化后形成的连续导电骨架,结合氧/硫配位环境调节,实现单原子及双原子金属位点的稳定锚定。该体系将木基炭材料的宏观传质结构与微观配位限域作用相结合,使其由传统导电载体进一步转变为原子级活性位点构筑与调控平台,为生物质碳材料在电催化合成氨中的应用提供了新的结构设计思路。</p> <p>(2) 通过构建邻位分布的 Cu-Mn 异核双原子位点,在 NitRR 过程中揭示了相邻金属位点间电子分布差异对中间体吸附构型及转化路径的调控机制,阐明了双位点分工在多步反应中对能垒分布及动力学匹配的影响,并提出了基于位点协同作用调节复杂反应路径的结构策略;</p> <p>(3) 通过构建 Fe-Mo 与 Fe-Ce 双原子位点,在 ENRR 过程中从配位结构与电子迁移及质子供给行为两个层面调控反应过程,揭示了配位环境对金属 d 轨道与 N_2 反键轨道耦合的影响机制,以及异核位点间电子重新分布对电子传递与质子供给的调节作用,从而建立了分子活化过程与反应过程之间的关联关系。</p>				

注: 本页不足可增页, 增页后存档时应双面打印

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号: 2216401003

论文名称: 木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究

作者姓名: 余源元

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 制浆造纸工程

论文题目	木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究	
学科(专业)	轻工技术与工程	
评议项目	评价要素	分档
选题与综述	选题的前沿性和开放性；研究的理论意义、现实意义；对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。	优秀
基础知识与科研能力	论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业系统深入程度；论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性；论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。	优秀
研究内容、创新性 & 论文价值	对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现；对解决自然科学或工程技术中重要作用；论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	优秀
学术规范与写作水平	引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性；文字表述的准确性和流畅性。	良好
总分	94	
总体评价	优秀 总分 ≥ 90	
是否同意答辩	达到博士学位授予要求，同意答辩，并同意推荐为优秀（评阅总分 ≥ 90 ）	
是否推荐参加优秀学位论文评选	推荐省级优秀	

学位中心
论文编号:939149678

论文题目:木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究

简述推荐理由	
1	论文写作规范,内容充实,创新性高
对论文熟悉程度	很熟悉

对学位论文的学术评语

该论文以木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制为研究主题,面向“双碳”战略下绿色合成氨的重大需求,围绕电催化硝酸盐还原(NitRR)与氮还原(ENRR)反应中传输受限、中间体转化能垒高、 $N\equiv N$ 键活化困难及电子-质子传递不匹配等关键科学问题,以天然木材衍生多级孔碳为载体,开展原子级活性位点精准构筑、配位环境调控及催化机制研究。论文选题具有重要的科学意义与应用价值,构建了四类木基碳负载原子级催化体系:Cu单原子/ZnO复合体系、Cu-Mn异核双原子体系、Fe-Mo类酶双原子体系及Ce-Fe质电耦合双原子体系,逐级解决电子传输、中间体调控、氮气活化与质电协同传递难题。研究思路清晰,技术路线完整,实验设计合理,工作量饱满。论文结构严谨、条理清晰、论证充分、图表规范、文字流畅,符合博士学位论文要求。

论文的不足之处和建议

- [1]建议对木基碳的比表面积、缺陷密度、电导率、孔径分布与活性、选择性、动力学参数(Tafel、TOF)建立关联,提升机理深度与科学性。
- [2]摘要第(3)段“超过60h小时”既无空格也重复,建议检查全文空格是否缺失;
- [3]第四页公式1-1配平有误;
- [4]图注标点符号不统一,建议统一;
- [5]第二章节的摘要部分产率单位为 $\text{mg h}^{-1} \text{cm}^{-2}$ 、正文部分均以 $\mu\text{g h}^{-1} \text{cm}^{-2}$ 呈现,导致摘要与正文数据不一致,建议统一;
- [6]图3-2b横坐标拼写错误: NO_2-1 ;
- [7]建议统一全文公式、单位、符号与图表格式、统一法拉第效率公式、产率单位、下标、电位标注、化学方程式配平;规范 ppm、 $^{\circ}\text{C}$ 、 $\mu\text{g} \cdot \text{h}^{-1}$ 等学术表达,提升论文严谨性。例如:图片呈现出E(V vs. RHE)和Potential (V vs. RHE)混用,即便是在同一张大图中也存在混用,且字体大小存在明显差异;电流密度也存在两种表达混用(J和j);自由能图中横坐标“Reaction”、“Reaction coordination”、“Coordinate reaction”建议统一为一种表达;图4-25b无横坐标;图5-17b横坐标拼写错误“Cycle Numbler”。

创新点	内容	分档
创新点1	<p>基于木材的三维贯通孔道与连续导电网络,构建了自支撑多级孔碳骨架,并通过氧/硫配位环境调控,实现原子级金属位点的稳定锚定。该结构在宏观传质与微观配位之间建立联系,使电子传输、物质扩散与活性位点分布在同一体系中协同调节,拓展了生物质碳材料在原子级催化体系中的结构作用。</p>	A (优秀)
创新点2	<p>通过构建邻位分布的Cu - Mn异核双原子位点,在电催化硝酸盐还原过程中揭示了相邻金属位点间电子分布差异对中间体吸附构型及转化路径的调控机制,阐明了双位点分工在多步反应中对能垒分布及动力学匹配的影响,并提出了基于位点协同作用调节复杂反应路径的结构策略</p>	A (优秀)
创新点3	<p>通过构建Fe - Mo与Fe - Ce双原子位点,在电催化氮还原过程中从配位结构与电子迁移及质子供给行为两个层面调控反应过程,揭示了配位环境对金属d轨道与N₂反键轨道耦合的影响机制,以及异核位点间电子重新分布对电子传递与质子供给的调节作用,从而建立了分子活化过程与反应过程之间的关联关系。</p>	A (优秀)
创新点4	无	

创新点5	无	944574872
------	---	-----------

学位中心学位论文质量监测平台——944574872

学位中心学位论文质量监测平台——944574872

学位中心学位论文质量监测平台——944574872

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号: 2216401003

论文名称: 木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究

作者姓名: 余源元

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 制浆造纸工程

论文题目	木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究	
学科(专业)	轻工技术与工程	
评议项目	评价要素	分档
选题与综述	选题的前沿性和开放性；研究的理论意义、现实意义；对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。	良好
基础知识与科研能力	论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业系统深入程度；论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性；论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。	良好
研究内容、创新性及论文价值	对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现；对解决自然科学或工程技术中重要作用；论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	良好
学术规范与写作水平	引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性；文字表述的准确性和流畅性。	良好
总分	81	
总体评价	良好 90 > 总分 ≥ 80	
是否同意答辩	达到博士学位授予要求，同意答辩（90 > 评阅总分 ≥ 80）	
是否推荐参加优秀学位论文评选	不推荐	

论文编号:939149678

论文题目:木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究

简述推荐理由	
1	无
对论文熟悉程度	一般

对学位论文的学术评语

该论文以可再生生物质资源—木材为前驱体，聚焦于电催化合成氨这一能源与环境领域的前沿课题，设计并构筑了系列木基碳负载的金属单原子及双原子催化剂，研究了其在硝酸盐还原（Ni tRR）和氮气还原（ENRR）中的性能与机理。选题具有较好的科学意义和潜在的应用价值，符合“双碳”战略背景下的学科发展趋势。

论文写作规范，实验数据较为翔实，论证过程比较严谨，表明作者已具备较为坚实的理论基础和系统深入的专门知识，具备了独立从事高水平科学研究的能力。论文达到了博士学位论文的学术水平。

论文的不足之处和建议

存在的问题:

(1) 论文各章节间的逻辑衔接需要进一步梳理。论文主体章节之间的递进关系虽有阐述,但需要进一步提炼。例如:第二章已完成Ni₂RR的传输与反应协同优化,第三章解决的问题在第二章中并未被充分证明是瓶颈所在,更像是平行研究而非递进。建议在每一章节的引言和本章小结部分,更突出地阐明前一章工作的瓶颈问题如何直接引出当前章节的研究目的,使全文的逻辑关系更加清晰。

(2) 文中对比了CuMn/OCW与单原子,但对其他体系(如FeMo、FeCe)与对应单原子催化剂的性能与机理差异阐述不够集中。建议增加相关的图表或内容,进一步深入讨论双原子协同作用的本质。

(3) 论文的各章中关于“三维碳骨架”优势描述高度重复,第二章已充分论述的内容在后续三章中以几乎相同的语言反复出现,缺乏新信息。

(4) 论文中的模拟计算以石墨烯为碳载体模型,但实验中使用的是木基衍生碳,两者在表面官能团、缺陷结构和孔道环境上差异显著。计算得出的吸附能和路径能垒能否真实反映实验体系有待商榷。

(5) 第三章100次循环的稳定性测试,仅1小时总时间,这对于实际应用而言过于初步,难以支撑“优异稳定性”的评价。

(6) 符号中使用了下标与非下标的混排,同一催化剂在全文中的写法应保持一致。CuSA文中有写成CuSA。

(7) 部分性能数据图缺少误差棒,影响实验重复性的判断。

(8) 公式符号格式不规范,部分符号首次出现时缺少定义,或定义分散在后续章节,建议在首次使用时即给出完整说明。

(9) 参考文献格式格式不同统一,部分文献的作者列表格式不一致,个别出现“et al.”与“等”混用的情况。

建议作者根据以上意见认真进行修改。修改完善后,同意进行博士学位论文答辩。

创新点	内容	分档
创新点1	<p>基于木材的三维贯通孔道与连续导电网络, 构建了自支撑多级孔碳骨架, 并通过氧/硫配位环境调控, 实现原子级金属位点的稳定锚定。该结构在宏观传质与微观配位之间建立联系, 使电子传输、物质扩散与活性位点分布在同一体系中协同调节, 拓展了生物质碳材料在原子级催化体系中的结构作用。</p>	B (良好)
创新点2	<p>通过构建邻位分布的Cu - Mn异核双原子位点, 在电催化硝酸盐还原过程中揭示了相邻金属位点间电子分布差异对中间体吸附构型及转化路径的调控机制, 阐明了双位点分工在 multi-step 反应中对能垒分布及动力学匹配的影响, 并提出了基于位点协同作用调节复杂反应路径的结构策略</p>	A (优秀)
创新点3	<p>通过构建Fe - Mo与Fe - Ce双原子位点, 在电催化氮还原过程中从配位结构与电子迁移及质子供给行为两个层面调控反应过程, 揭示了配位环境对金属d轨道与N₂反键轨道耦合的影响机制, 以及异核位点间电子重新分布对电子传递与质子供给的调节作用, 从而建立了分子活化过程与反应过程之间的关联关系。</p>	B (良好)
创新点4	无	

创新点5	无	939159977
------	---	-----------

学位中心学位论文质量监测平台——939159977

学位中心学位论文质量监测平台——939159977

学位中心学位论文质量监测平台——939159977

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号: 2216401003

论文名称: 木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究

作者姓名: 余源元

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 制浆造纸工程

论文题目	木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究	
学科(专业)	轻工技术与工程	
评议项目	评价要素	分档
选题与综述	选题的前沿性和开放性；研究的理论意义、现实意义；对国内外该选题以及相关领域发展现状的归纳、总结情况。	一般
基础知识与科研能力	论文体现的科学理论基础坚实宽广程度和专业系统深入程度；论文研究方法的科学性，引证资料的翔实性；论文所体现的作者独立从事科学研究的能力。	良好
研究内容、创新性 & 论文价值	对有价值现象的探索、新规律的发现、新命题新方法的提出等新的科学发现；对解决自然科学或工程技术中重要作用；论文及成果对科技发展和社会进步的影响和贡献。	良好
学术规范与写作水平	引文的规范性，学风的严谨性，论文结构的逻辑性；文字表述的准确性和流畅性。	良好
总分	78	
总体评价	一般 $80 > \text{总分} \geq 70$	
是否同意答辩	基本达到博士学位授予要求，修改后同意答辩（ $80 > \text{评阅总分} \geq 70$ ）	
是否推荐参加优秀学位论文评选	不推荐	

学位中心
论文编号:939149678

论文题目:木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究

简述推荐理由	
1	无
对论文熟悉程度	很熟悉

对学位论文的学术评语

该博士学位论文以“木基碳负载金属双原子位点的构筑及其电催化合成氨机制研究”为题，围绕木材衍生碳材料的结构设计、原子级催化位点调控及电催化合成氨性能提升开展了系统研究，内容完整，实验设计合理，数据翔实，具有一定的创新性和学术价值，发表学术论文多篇。但从学科归属来看，论文研究的核心是电催化合成氨反应体系，属于电化学、催化科学及材料化学范畴。尽管使用了木材作为碳前驱体，但其研究重点并未解决制浆造纸工程研究方向中的关键科学问题，如纤维分离、纸浆性能提升、生物质炼制等过程，与制浆造纸工程方向的核心方向关联较弱。建议进一步明确其与轻工技术与工程中制浆造纸工程方向的衔接。

论文的不足之处和建议

论文以木基碳材料为载体研究了多种高效的原子级催化体系，并系统表征了最终碳材料的孔道结构与表面化学状态，揭示其对电催化性能的提升作用。但存在以下不足：一、忽略了木材处理过程中组分演化（或木材物理结构变化）与材料性能之间的动态关系尚缺乏深入探讨，桐木的代表性未充分论证。如探究预处理、炭化处理过程中纤维素、半纤维素及木质素等组分脱除、分解或官能团重排规律；以及桐木天然物理结构（如导管走向、细胞壁厚度）在热处理中的保留与转变规律，从生物质物理化学结构与热解调控的角度开展实验内容，会进一步增强研究结论的说服力，有利于与研究方向关联，建议增补相关内容。二、各章节引言表述过于笼统，未能凸显出各章节开展实验内容与已有工作的本质区别，需进一步凝练，还需要注意各章节的逻辑衔接，建议修改完善。

创新点	内容	分档
创新点1	<p>基于木材的三维贯通孔道与连续导电网络,构建了自支撑多级孔碳骨架,并通过氧/硫配位环境调控,实现原子级金属位点的稳定锚定。该结构在宏观传质与微观配位之间建立联系,使电子传输、物质扩散与活性位点分布在同一体系中协同调节,拓展了生物质碳材料在原子级催化体系中的结构作用。</p>	C (一般)
创新点2	<p>通过构建邻位分布的Cu - Mn异核双原子位点,在电催化硝酸盐还原过程中揭示了相邻金属位点间电子分布差异对中间体吸附构型及转化路径的调控机制,阐明了双位点分工在多步反应中对能垒分布及动力学匹配的影响,并提出了基于位点协同作用调节复杂反应路径的结构策略</p>	B (良好)
创新点3	<p>通过构建Fe - Mo与Fe - Ce双原子位点,在电催化氮还原过程中从配位结构与电子迁移及质子供给行为两个层面调控反应过程,揭示了配位环境对金属d轨道与N₂反键轨道耦合的影响机制,以及异核位点间电子重新分布对电子传递与质子供给的调节作用,从而建立了分子活化过程与反应过程之间的关联关系。</p>	B (良好)
创新点4	无	

创新点5	无	939160003
------	---	-----------

学位中心学位论文质量监测平台——939160003

学位中心学位论文质量监测平台——939160003

学位中心学位论文质量监测平台——939160003