




# 廣西大學

## 博士学位答辩资格审核表

学院	轻工与食品工程学院		学科专业名称 (与学籍信息一致)		轻工技术与工程	
研究生姓名	王硕	学号	2016401003		入学日期	2020年09月
指导教师 (姓名、职称)	覃程荣、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	纸浆高温二氧化氯漂白过程 AOX 减量机制研究					
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	85 分	90 分	82 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
	主席	李海龙	教授	是	否	华南理工大学
	委员	雷福厚	教授	是	否	广西民族大学
		孙建平	教授	是		广西大学
		徐传辉	教授	是		广西大学
		闵斗勇	教授	是		广西大学
答辩秘书 (姓名、职称)	姚双全	联系电话	18275774286		答辩 时间、地点	2026年6月28 日轻工学院202
学院学位评定分委员会审核意见:				校学位评定委员会办公室备案		
是否同意答辩: <input checked="" type="checkbox"/> 同意 <input type="checkbox"/> 不同意						
学位评定分委员会主席 (签名)  (单位公章)  2026年6月28日						

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

學院	轻工与食品工程学院	学科专业 (研究方向)	轻工技术与工程		
研究生姓名	王颖	入学日期	2020年9月	指导教师	覃程荣
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	纸浆高温二氧化氯漂白过程 AOX 减量机制研究				
答辩地点	轻工学院 202	答辩时间	2026年6月28日		
主要研究内容及重要结论 (≤300字):					
<p>本论文围绕高温 ClO<sub>2</sub> 漂白过程中 AOX 的减量机制开展研究, 明确了高温 ClO<sub>2</sub> 漂白的最优工艺参数及其对 AOX 的减量效果。通过反应动力学、产物解析与量子化学计算研究, 阐明了高温条件下 HexA 的酸水解定向转化机制、LCC 的选择性断键规律以及不同木质素结构的氧化降解机制, 深入解析了高温 ClO<sub>2</sub> 漂白过程中 AOX 减量的机理。发现了 HexA 关键中间产物 2-呋喃甲酸, 不参与 AOX 的生成, 有效阻断了 AOX 的生成途径。高温 ClO<sub>2</sub> 漂白优先破坏 LCC 中的苯基糖苷键并高效氧化 S 型木质素模型物, 从源头抑制了 AOX 的生成。高温 ClO<sub>2</sub> 漂白过程中不同种类木质素模型物木质素的氧化降解受到酚氧游离基形成的差异及甲氧基定位效应的共同影响, 为 AOX 减量提供重要的理论依据。</p>					
创新点内容:					
<p>(1) 研究了高温 ClO<sub>2</sub> 漂白体系下 HexA 的转化行为, 创新地发现了在氢离子作用下 HexA 可定向降解为 2-呋喃甲酸的机制, 阐明了中间产物 2-呋喃甲酸与 ClO<sub>2</sub> 反应生成不含氯小分子烷烃的结构转化过程, 为从源头控制 ClO<sub>2</sub> 漂白过程中 AOX 的生成提供了理论基础。</p> <p>(2) 研究了纸浆中结构稳定、难降解 LCC 在高温 ClO<sub>2</sub> 漂白体系下的降解过程, 揭示了高温 ClO<sub>2</sub> 漂白选择性断裂木质素-碳水化合物苯基糖苷键并生成酚类木质素的机制, 确定了高温 ClO<sub>2</sub> 漂白高效氧化 LCC 的关键反应位点, 明确了 LCC 在 AOX 减量中的关键作用, 为清洁化纸浆漂白技术的发展提供了理论支撑。</p> <p>(3) 结合模型化合物反应研究和量子力学手段, 研究了 G 型、S 型、非酚型木质素模型物的氧化降解路径, 探明了高温 ClO<sub>2</sub> 漂白体系中不同种类木质素模型物木质素酚氧游离基形成的差异及甲氧基定位效应对 AOX 形成的影响为 AOX 减量提供重要的理论依据。</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: 2016401003

论文名称: 纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究

作者姓名: 王硕

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 清洁化制浆造纸理论与技术

论文题目	纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究	
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 & 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	85	
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	

学位中心  
论文编号:972136062

论文题目:纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究

简述推荐理由	
1	论文符合博士学位要求, 研究扎实, 结论可靠, 具备学术价值。
对论文熟悉程度	熟悉

### 对学位论文的学术评语

该论文以桉木硫酸盐浆高温二氧化氯漂白的 AOX 减量机制为研究对象,选题紧扣制浆造纸行业绿色转型的核心需求,兼具理论价值与工程现实意义。作者系统掌握了轻工技术与工程领域的基础理论与专业知识,研究方案设计科学严谨,实验数据翔实可靠,综合运用多类表征技术与理论计算方法,从工艺优化、前驱物降解、分子反应规律等层面完整揭示了 AOX 减量机理,研究结论具备明确的学术与应用参考价值。

### 论文的不足之处和建议

论文整体研究质量良好，仍有以下优化空间：

- (1) 部分实验缺少平行误差分析，数据可信度呈现不足，建议补做少量平行实验，标注误差；
- (2) 部分机理推导与实验数据的逻辑衔接不够紧密，梳理机理逻辑衔接；
- (3) 缺少简单的工艺经济性对比，补充工艺成本测算；
- (4) 近年同领域前沿文献引用稍少。

通过上述改进，进一步提升论文完整性。

创新点	内容	分档
创新点1	<p>研究了高温ClO<sub>2</sub>漂白体系下HexA的转化行为, 创新地发现了在氢离子作用下HexA可定向降解为2-呋喃甲酸的机制, 阐明了中间产物2-呋喃甲酸与ClO<sub>2</sub>反应生成不含氯小分子烷烃的结构转化过程, 为从源头控制ClO<sub>2</sub>漂白过程中AOX的生成提供了理论基础。</p>	B (良好)
创新点2	<p>研究了纸浆中结构稳定、难降解LCC在高温ClO<sub>2</sub>漂白体系下的降解过程, 揭示了高温ClO<sub>2</sub>漂白选择性断裂木质素-碳水化合物苯基糖苷键并生成酚类木质素的机制, 确定了高温ClO<sub>2</sub>漂白高效氧化LCC的关键反应位点, 明确了LCC在AOX减量中的关键作用, 为清洁化纸浆漂白技术的发展提供了理论支撑。</p>	B (良好)
创新点3	<p>结合模型化合物反应研究和量子力学手段, 研究了G型、S型、非酚型木质素模型物的氧化降解路径, 探明了高温ClO<sub>2</sub>漂白体系中不同种类木质素模型物木质素酚氧游离基形成的差异及甲氧基定位效应对AOX形成的影响为AOX减量提供重要的理论依据。</p>	B (良好)
创新点4	无	

创新点5	无	972136530
------	---	-----------

学位中心学位论文质量监测平台——972136530

学位中心学位论文质量监测平台——972136530

学位中心学位论文质量监测平台——972136530

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号: 2016401003

论文名称: 纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究

作者姓名: 王硕

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 清洁化制浆造纸理论与技术

论文题目	纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究	
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。	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。	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	90	
总体评价	优秀 总分 $\geq 90$	
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 $\geq 90$ ）	
是否推荐参加优秀学位论文评选	推荐校级优秀	

学位中心  
论文编号:972136062

论文题目:纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究

简述推荐理由	
1	阐述了高温二氧化氯漂白产生HexA水解减少AOX机制。
对论文熟悉程度	很熟悉

### 对学位论文的学术评语

(1) 论文以纸浆高温二氧化氯漂白 AOX 减量机制为研究对象, 针对传统漂白工艺污染物偏高的行业痛点开展研究, 契合制浆造纸行业绿色低碳、清洁生产的发展方向, 选题紧扣产业实际需求, 研究方向具备较强的学术价值与行业针对性。

(2) 论文依次完成工艺参数优化、HexA 转化规律、LCC 断键特征、木质素降解机制四大核心研究, 从宏观工艺到微观反应机理层层递进, 结合实验表征、动力学分析与量子化学计算开展论证, 整体研究思路清晰, 章节排布合理, 论证逻辑严密。

(3) 论文确定了高温二氧化氯漂白最优工艺参数, 实现纸浆漂白效果与纤维性能协同优化, AOX 减量幅度达 41.20%, 可有效降低漂白废水污染, 研究结论能够直接为低污染纸浆漂白新技术开发、工业化工艺改良提供可靠的数据支撑与技术参考。

(4) 论文探明 HexA 定向水解为 2-呋喃甲酸的转化机制, 揭示 LCC 选择性断键规律, 厘清不同类型木质素的氧化降解路径与反应差异。在反应机理研究上取得新突破。

(5) 受实验条件与研究周期限制, 论文未深入探究多类型 LCC 连接键动力学特征、多段漂白组合工艺及 AOX 细分组分构成, 整体研究深度尚可继续提升。

### 论文的不足之处和建议

(1) 论文对桉木原料木质素结构进行分析,其中S型、G型木质素结构单元的占比是多少,论文中没有给出明确的结论。仅依托提取 LCC 开展分析,未区分苯基糖苷键、酯键、苯基醚键等不同连接键的反应差异,也未量化各类键型的反应动力学参数,对 LCC 降解机理的论证不够精细。

(2) 论文仅围绕单段高温二氧化氯漂白工艺展开试验,未结合氧脱木素、过氧化氢漂白等主流工段开展配伍研究,如未按照生产常用桉木漂白工艺OODEopDP对二氧化氯漂白产生AOX进行综合分析,缺乏多段组合工艺的适配性、药剂消耗及产品质量综合评估,建议补充多段漂白联用试验与工况分析。漂白浆白度仅65.24%ISO,与生产桉木漂白浆85%ISO以上白度相去甚远,研究产生的AOX与生产中实际产生的AOX(在2个D段中)应遵循不同的规律,降低了论文研究AOX产生规律的一般性。

(3) 仅检测总 AOX 含量评价减量效果,未对废水中 AOX 具体组分进行分离与解析,未能建立纸浆组分变化与 AOX 特征污染物的对应关系,建议增加 AOX 组分精细化检测,完善污染物溯源分析。

(4) 最优漂白工艺参数未结合实际生产工况开展验证,存在D段的漂白温度偏高问题。同时,缺少运行成本、设备适配性、现场稳定性等工业化分析。建议适当对工艺的工业化应用可行性分析。

创新点	内容	分档
创新点1	<p>研究了高温ClO<sub>2</sub>漂白体系下HexA的转化行为, 创新地发现了在氢离子作用下HexA可定向降解为2-呋喃甲酸的机制, 阐明了中间产物2-呋喃甲酸与ClO<sub>2</sub>反应生成不含氯小分子烷烃的结构转化过程, 为从源头控制ClO<sub>2</sub>漂白过程中AOX的生成提供了理论基础。</p>	A (优秀)
创新点2	<p>研究了纸浆中结构稳定、难降解LCC在高温ClO<sub>2</sub>漂白体系下的降解过程, 揭示了高温ClO<sub>2</sub>漂白选择性断裂木质素-碳水化合物苯基糖苷键并生成酚类木质素的机制, 确定了高温ClO<sub>2</sub>漂白高效氧化LCC的关键反应位点, 明确了LCC在AOX减量中的关键作用, 为清洁化纸浆漂白技术的发展提供了理论支撑。</p>	B (良好)
创新点3	<p>结合模型化合物反应研究和量子力学手段, 研究了G型、S型、非酚型木质素模型物的氧化降解路径, 探明了高温ClO<sub>2</sub>漂白体系中不同种类木质素模型物木质素酚氧游离基形成的差异及甲氧基定位效应对AOX形成的影响为AOX减量提供重要的理论依据。</p>	B (良好)
创新点4	无	

创新点5	无	972136533
------	---	-----------

学位中心学位论文质量监测平台——972136533

学位中心学位论文质量监测平台——972136533

学位中心学位论文质量监测平台——972136533

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号: 2016401003

论文名称: 纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究

作者姓名: 王硕

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 清洁化制浆造纸理论与技术

论文题目	纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究	
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。	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	82	
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	

学位中心  
论文编号:972136062

论文题目:纸浆高温二氧化氯漂白AOX减量机制研究

简述推荐理由	
1	相关研究已有很多,该论文原创性一般,不建议推荐。
对论文熟悉程度	熟悉

### 对学位论文的学术评语

该论文围绕高温二氧化氯漂白过程AOX减量这一制浆造纸清洁生产关键问题开展系统研究,选题具有较强的科学意义和工程应用价值。论文采用多种现代分析测试技术和理论计算方法,从工艺优化、HexA降解、LCC结构变化及木质素反应机制多个层面揭示了高温ClO<sub>2</sub>漂白降低AOX的作用规律。提出高温条件促进HexA向低危小分子产物转化,从而阻断AOX形成途径。从分子水平解释AOX形成与降低机制。研究成果具有创新性。

论文内容层次清楚;实验数据丰富,体现出作者较扎实的专业基础和科研能力。对主要研究问题和主要观点阐述明确;研究结论无科学性错误。论文总体逻辑结构合理;语言表达清楚、规范;数据、图表、参考文献、引用标注规范,无明显错误。

论文总体达到轻工技术与工程专业博士学位论文要求。

## 论文的不足之处和建议

### 论文主要不足及修改建议

1. AOX形成机制研究的完整性仍需加强。论文围绕HexA、LCC及木质素结构变化开展研究,对AOX减量机制进行了较深入分析,但论文对具体AOX组分形成过程的解析相对不足。

建议进一步加强不同类型AOX组分(如氯代芳香物、氯代脂肪族物等)的定性定量分析、ClO<sub>2</sub>氧化过程中的活性氯物种变化、木质素/HexA降解产物与AOX生成之间的定量关系。以进一步完善“结构变化—中间产物—AOX形成”的机制链条。

2. 机理研究依据需进一步完善。论文对推断出HexA可转化为2-呋喃甲酸、LCC苯基糖苷键发生选择性断裂、不同木质素结构单元对AOX生成具有不同影响。但上述结论部分属于基于产物分析、结构表征及理论计算得到的推断。建议增加关键中间产物验证、结合动力学参数分析不同路径贡献。以增强论文机制结论的可靠性。

3. 工艺应用价值仍需进一步深化。论文确定了高温ClO<sub>2</sub>漂白降低AOX的规律,但对于工业应用而言,还需进一步关注连续漂白条件适应性、工艺能耗变化、设备耐温耐腐蚀问题、经济性评价等工程放大的情况,以提升研究成果的应用价值。

4. 部分章节之间逻辑关联仍可进一步强化。

创新点	内容	分档
创新点1	<p>研究了高温ClO<sub>2</sub>漂白体系下HexA的转化行为, 创新地发现了在氢离子作用下HexA可定向降解为2-呋喃甲酸的机制, 阐明了中间产物2-呋喃甲酸与ClO<sub>2</sub>反应生成不含氯小分子烷烃的结构转化过程, 为从源头控制ClO<sub>2</sub>漂白过程中AOX的生成提供了理论基础。</p>	B (良好)
创新点2	<p>研究了纸浆中结构稳定、难降解LCC在高温ClO<sub>2</sub>漂白体系下的降解过程, 揭示了高温ClO<sub>2</sub>漂白选择性断裂木质素-碳水化合物苯基糖苷键并生成酚类木质素的机制, 确定了高温ClO<sub>2</sub>漂白高效氧化LCC的关键反应位点, 明确了LCC在AOX减量中的关键作用, 为清洁化纸浆漂白技术的发展提供了理论支撑。</p>	B (良好)
创新点3	<p>结合模型化合物反应研究和量子力学手段, 研究了G型、S型、非酚型木质素模型物的氧化降解路径, 探明了高温ClO<sub>2</sub>漂白体系中不同种类木质素模型物木质素酚氧游离基形成的差异及甲氧基定位效应对AOX形成的影响为AOX减量提供重要的理论依据。</p>	C (一般)
创新点4	无	

创新点5	无	972136536
------	---	-----------

学位中心学位论文质量监测平台——972136536

学位中心学位论文质量监测平台——972136536

学位中心学位论文质量监测平台——972136536