

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 生物质化学与工程			
研究生姓名	迟明超	学号	2116401005		入学日期	2021年9月		
指导教师 (姓名、职称)	王双飞教授、聂双喜教授		学位类型		☒ 学术学位 ☐ 专业学位			
学位成果类型	☒ 学位论文 ☐ 实践成果 (成果形式:)							
学位成果题目	芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦电性能调控机制研究							
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	0 人					
	回 收	3 份	0 份	88 分	85 分	87 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	孙润仓	教授	是	否	大连工业大学		
	委 员	李昌志	教授	是	否	中国科学院大连化学物理研究所		
		赵祯霞	教授	是		广西大学		
		徐传辉	教授	是		广西大学		
		朱红祥	教授	是		广西大学		
答辩秘书 (姓名、职称)		罗斌助理教授		联系电话		19017162024	答 辩 时间、地点	2025.05.30 8:00-12:00 轻工学院 604
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: ☒ 同意 ☐ 不同意								
学位评定分委员会主席(签名) (单位公章) 2025年5月26日				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. 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 生物质化学与工程	
研究生姓名	迟明超	入学日期	2021 年 9 月	指导教师	王双飞教授、 聂双喜教授
学位成果类型	☒ 学位论文 ☐ 实践成果 (成果形式:)				
学位成果题目	芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦电性能调控机制研究				
答辩地点	轻工学院 604		答辩时间	2025 年 05 月 30 日	

主要研究内容及重要结论 (≤300 字):

本论文通过湿润性限域表面构筑了具有取向孔隙结构的芳纶纳米纤维气凝胶。多孔取向结构诱导气凝胶在内部产生感应电荷,使气凝胶的摩擦电荷密度达到 $101\ \mu\text{C m}^{-2}$ 。随后,在芳纶纳米纤维气凝胶网络中引入正电荷的云母。使气凝胶的摩擦电荷密度达到 $110\ \mu\text{C m}^{-2}$ 。利用磁场诱导策略制备了具有梯度取向结构的芳纶纳米纤维气凝胶,梯度取向结构诱导表面电荷深入,使气凝胶的开路电压提高 75%,电荷密度达到 $118\ \mu\text{C m}^{-2}$ 。最后,通过设计可调角度的匀强磁场构筑了各向异性结构的芳纶纳米纤维气凝胶。阐明取向结构对电荷储存和热稳定性的影响。合理的取向结构能够有效地强化气凝胶的电荷存储能力,使芳纶纳米纤维气凝胶的开路电压提升 240%,电荷密度达到 $139\ \mu\text{C m}^{-2}$ 。

创新点内容:

(1) 利用冰晶在亲疏水性表面生长的差异性,调控芳纶纳米纤维气凝胶的取向孔隙结构,解决了无序孔隙结构导致拉伸应力集中的难题,为开发高可拉伸性的芳纶纳米纤维气凝胶提供新的思路。

(2) 基于芳纶纤维的区域性质子化还原行为,诱导芳纶纳米纤维气凝胶形成一体化的分级结构,解决高孔隙率与高机械强度难以兼容的问题,改善了芳纶纳米纤维气凝胶的抗压强度和抗冲击性能。

(3) 通过匀强磁场调控磁性碳纳米管在气凝胶内部的空间取向,实现芳纶纳米纤维气凝胶取向结构的可控构筑,揭示各向异性结构对芳纶纳米纤维气凝胶摩擦电荷热稳定性的调控机制。

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：2116401005

论文名称：芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦
电性能调控机制研究

作者姓名：迟明超

作者学科专业：轻工技术与工程

作者研究方向：气凝胶功能材料

论文题目	芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦电性能调控机制研究	
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 知识系统深入程度； 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 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问题的作用； 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	88	
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	推荐校级优秀	

学位中心
论文编号:715581054

论文题目:芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦电性能调控机制研究

简述推荐理由	
1	创新性较高，逻辑严谨，研究内容系统
对论文熟悉程度	很熟悉

对学位论文的学术评语

本文围绕芳纶纤维气凝胶的仿生结构设计及其摩擦电性能调控机制展开研究,选题具有重要的学术价值和应用前景。论文通过湿法纺丝、冷冻铸造、磁场诱导等策略成功构建了系列具有取向孔隙、分级结构、梯度取向及各向异性结构的芳纶纳米纤维气凝胶,并系统研究了结构参数对摩擦电性能的影响规律。研究工作在材料制备方法、结构调控机制及自供电传感应用方面取得创新性成果,为芳纶纤维功能材料的开发提供了新思路。论文结构完整,逻辑清晰,实验数据详实,结论可靠,符合博士学位论文要求。

论文的不足之处和建议

1. 对芳纶纤维摩擦电材料的研究现状总结不够全面，尤其是对近年来国内外最新进展（如陶瓷/芳纶复合摩擦电材料、高温摩擦电机机制等）的评述较少；补充近5年相关领域的高被引论文，对比分析不同仿生结构在摩擦电材料中的应用策略，突出本研究的创新性定位。
2. 部分实验缺乏对照组验证。例如，在研究磁场强度对取向结构的影响时，未设置不同磁场强度（如10 mT、30 mT、50 mT）的对比实验。
3. 对取向结构诱导电荷迁移的微观机制阐述不够深入。例如，梯度取向结构如何通过界面极化或空间电荷分布影响摩擦电输出，缺乏第一性原理计算或分子动力学模拟支持。建议补充DFT计算模拟芳纶分子与CNT@Ni的界面电荷分布，结合COMSOL多物理场模拟分析电荷传输路径，从理论层面揭示结构-性能构效关系。
4. 创新点1和2均涉及取向结构调控，但未明确区分核心贡献。建议对创新点进行重新梳理，体现具体机制原理差异性。
5. 论文撰写与表达规范性需再完善。如“取向结构”“梯度结构”“各向异性结构”等术语混用，缺乏明确定义；部分图表信息标注不清，如XRD图谱未标注特征峰对应晶面；统一三线表格式。

创新点	内容	分档
创新点1	利用冰晶在亲疏水性表面生长的差异性，调控芳纶纳米纤维气凝胶的取向孔隙结构，解决了无序孔隙结构导致拉伸应力集中的难题，为开发高可拉伸性的芳纶纳米纤维气凝胶提供新的思路。	B（良好）
创新点2	基于芳纶纤维的区域性质子化还原行为，诱导芳纶纳米纤维气凝胶形成一体化的分级结构，解决高孔隙率与高机械强度难以兼容的问题，改善了芳纶纳米纤维气凝胶的抗压强度和抗冲击性能。	B（良好）
创新点3	通过匀强磁场调控磁性碳纳米管在气凝胶内部的空间取向，实现芳纶纳米纤维气凝胶取向结构的可控构筑，揭示各向异性结构对芳纶纳米纤维气凝胶摩擦电荷热稳定性的调控机制。	A（优秀）
创新点4	无	
创新点5	无	

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号: 2116401005

论文名称: 芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦
电性能调控机制研究

作者姓名: 迟明超

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 气凝胶功能材料

论文题目	芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦电性能调控机制研究	
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 知识系统深入程度； 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问题的作用； 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:715581054

论文题目:芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦电性能调控机制研究

简述推荐理由	
1	论文的学术性尚需要进一步提升。
对论文熟悉程度	熟悉

对学位论文的学术评语

论文通过冷冻铸造策略构筑了取向孔隙结构的芳纶纳米纤维气凝胶,探究了取向孔隙结构气凝胶的基础摩擦电性能。在芳纶纳米纤维气凝胶内部引入同源正电荷的云母提高气凝胶的电荷密度,结合磁场诱导策略改善气凝胶摩擦电荷的空间分布状态,构筑了系列各向异性结构的芳纶纳米纤维气凝胶,阐明了取向结构对摩擦电荷热稳定性的影响机制。论文选题具有一定的创新性,研究技术路线设计合理、实验方法正确,试验工作量较大。研究结果对于进一步发展芳纶材料的应用具有一定的指导价值。作者在攻读博士学位论文期间发表AFM等高水平论文多篇。作者已经较好掌握了本学科的相关专业知识,论文达到了博士论文的要求。

论文的不足之处和建议

论文的不足之处在于: 1. 论文在写作方面还存在较多不规范及语句读起来不够通顺的地方, 特别是论文的目录和摘要书写不符合要求, 目录中重复的词句太多, 摘要缺少数据的定量表述。请作者认真对论文进行通读, 严格对照学位论文的规范要求, 进一步修改论文中撰写不规范及病句造成表达不通顺的地方。2. 论文进行了较多的试验工作, 但是论文对实验数据特别是材料结构方面的理论性探讨和学术性解释偏少, 导致这种情况的主要原因是论文研究内容偏向于对材料效果的研究而缺少对材料本身结构的定量描述。应进一步加强制备的芳纶材料本身结构特征的实验数据, 以丰富论文的学术内容。

建议修改后答辩。

创新点	内容	分档
创新点1	利用冰晶在亲疏水性表面生长的差异性，调控芳纶纳米纤维气凝胶的取向孔隙结构，解决了无序孔隙结构导致拉伸应力集中的难题，为开发高可拉伸性的芳纶纳米纤维气凝胶提供新的思路。	B（良好）
创新点2	基于芳纶纤维的区域性质子化还原行为，诱导芳纶纳米纤维气凝胶形成一体化的分级结构，解决高孔隙率与高机械强度难以兼容的问题，改善了芳纶纳米纤维气凝胶的抗压强度和抗冲击性能。	B（良好）
创新点3	通过匀强磁场调控磁性碳纳米管在气凝胶内部的空间取向，实现芳纶纳米纤维气凝胶取向结构的可控构筑，揭示各向异性结构对芳纶纳米纤维气凝胶摩擦电荷热稳定性的调控机制。	B（良好）
创新点4	无	
创新点5	无	

10593 | 广西大学

博士学术学位论文评阅书

学号: 2116401005

论文名称: 芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦
电性能调控机制研究

作者姓名: 迟明超

作者学科专业: 轻工技术与工程

作者研究方向: 气凝胶功能材料

论文题目	芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦电性能调控机制研究	
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 知识系统深入程度； 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问题的作用； 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	87	
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	推荐校级优秀	

学位中心
论文编号:715581054

论文题目:芳纶纤维气凝胶仿生结构设计及摩擦电性能调控机制研究

简述推荐理由	
1	改论文在材料构建等方面具有一定创新性。
对论文熟悉程度	熟悉

对学位论文的学术评语

本论文结合高性能材料与自供电传感领域的的前沿需求,研究了芳纶纤维气凝胶的仿生结构设计及其摩擦电性能调控机制。研究成果在材料结构设计与功能化应用方面具有一定创新性,为耐高温、抗冲击自供电传感系统的开发提供了参考。论文的文献参考资料较为丰富,实验设计科学,实验数据较为翔实。论文写作基本规范,思路清晰,分析和结论合理。综上所述,本人认为该论文整体已达到博士学位论文水平。

论文的不足之处和建议

具体疑问及参考建议如下:

- 1、论文中,构建了多种芳纶纤维气凝胶材料,这些材料在的耐久性和可靠性如何?在实验室条件及实际应用场景的环境稳定性及长期使用寿命是否可以预测?
- 2、在该工作中,对芳纶纤维气凝胶材料的结构进行了多种设计,以调控其性能,因此其结构与性能的关联机制如何?能否尝试结合理论模拟(如分子动力学或有限元分析)进一步阐释?
- 3、能否通过对比不同结构气凝胶的孔隙率、比表面积数据,探讨结构对电荷密度的影响规律?
- 4、该类材料的性能特征与同类研究的优点和缺点分别是什么?建议展开对比分析,以突出本材料的优点,体现本工作的创新性。

创新点	内容	分档
创新点1	利用冰晶在亲疏水性表面生长的差异性，调控芳纶纳米纤维气凝胶的取向孔隙结构，解决了无序孔隙结构导致拉伸应力集中的难题，为开发高可拉伸性的芳纶纳米纤维气凝胶提供新的思路。	B（良好）
创新点2	基于芳纶纤维的区域性质子化还原行为，诱导芳纶纳米纤维气凝胶形成一体化的分级结构，解决高孔隙率与高机械强度难以兼容的问题，改善了芳纶纳米纤维气凝胶的抗压强度和抗冲击性能。	B（良好）
创新点3	通过匀强磁场调控磁性碳纳米管在气凝胶内部的空间取向，实现芳纶纳米纤维气凝胶取向结构的可控构筑，揭示各向异性结构对芳纶纳米纤维气凝胶摩擦电荷热稳定性的调控机制。	B（良好）
创新点4	无	
创新点5	无	