

同行专家业内评价意见书编号: 20250856099

附件1

**浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）
同行专家业内评价意见书**

姓名: 应昕

学号: 22260349

申报工程师职称专业类别（领域）: 材料与化工

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2025年05月20日

填表说明

一、本报告中相关的技术或数据如涉及知识产权保护、军工项目保密等内容，请作脱密处理。

二、请用宋体小四字号撰写本报告，可另行附页或增加页数，A4纸双面打印。

三、表中所涉及的签名都必须用蓝、黑色墨水笔，亲笔签名或签字章，不可以打印代替。

四、同行专家业内评价意见书编号由工程师学院填写，编号规则为：年份4位+申报工程师职称专业类别(领域)4位+流水号3位，共11位。

一、个人申报

(一) 基本情况【围绕《浙江工程师学院(浙江大学工程师学院)工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况(不少于200字)

作为材料与化工专业的研究生，我系统学习了高分子化学、材料科学、固化动力学等领域的核心理论知识，并深入研究了高折射率聚硫氨酯光学树脂的合成与性能优化。基础理论方面，我深入学习了高折射率树脂的设计基础，能够通过Lorentz-Lorenz公式预测树脂的折射率，并基于此优化单体分子设计，例如引入高极化率的苯基、硫醚基团等以提升折射率。同时，我对聚硫氨酯光学树脂的固化动力学进行了深入研究，包括通过差示扫描量热法和流变仪监测树脂固化过程中的放热行为与流变行为，分析固化反应的活化能、反应级数和指前因子，利用多种动力学模型计算相关动力学参数，以及绘制树脂的固化TTT- η 相图，指导树脂的合成工艺。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

在实践过程中，本人参与了材料合成与工艺优化的全过程。针对聚硫氨酯光学树脂折射率较低、固化后气泡较多的问题，研究了反应条件与制备方式对聚硫氨酯光学树脂折射率、阿贝数、透光率、外观、硬度等基础性能的影响，确定反应条件与制备方式后，选择不同结构与官能度的硫醇与异氰酸酯，合成了几种不同的聚硫氨酯，其中折射率最高达1.6862，并进而探究了反应官能团比—SH/—NCO对聚硫氨酯光学树脂性能的影响，确定了实际生产过程中反应官能团比的可操作窗口。最后，通过监测固化过程中聚硫氨酯树脂的固化放热行为和流变行为，计算相关动力参数，绘制了聚硫氨酯树脂的固化TTT- η 相图，优化了聚硫氨酯树脂的固化过程与生产实践。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例(不少于1000字)

在高折射率聚硫氨酯光学树脂的产业化推进过程中，团队面临两大核心难题：材料折射率不足，以及固化后气泡缺陷率较高。针对这些问题，本人系统性地整合高分子化学、反应工程与材料表征技术，从分子设计、工艺优化到固化动力学控制三个维度展开技术攻关。

1) 在材料合成阶段，首先研究了催化剂、脱模剂的种类和用量、固化程序等对聚硫氨酯光学树脂折射率、阿贝数、透光率、外观、硬度等基础性能的影响，确定反应条件与制备方式后，选择不同结构与官能度的硫醇与异氰酸酯，合成了几种不同的聚硫氨酯，详细研究了其光学性能、热学性能、机械性能和其他性能的构效关系。聚硫氨酯的玻璃化温度受单体结构、交联度等多方面因素的影响，含刚性结构和多官能度的单体能够提高聚硫氨酯的拉伸强度和硬度，但过多的刚性结构和交联密度过大会降低材料的韧性，合适的交联结构可以使得聚硫氨酯的拉伸强度最高达104.74 MPa。硫含量与芳环结构对折射率的协同效应具有决定性作用，基于此，选取2,3-二硫代(2-巯基)-1-丙烷硫醇(BES)与4,4'-亚甲基双(异氰酸苯酯)(MDI)，折射率从初始1.6862提升至1.6900，并且发现—SH/—NCO在较大范围内(1~1.2)，聚硫氨酯都可以在光学、热学和机械性能之间实现较好的平衡，确定了生产实践中可操作投料比窗口。基于BES/MDI二元体系聚硫氨酯，研究了双硫乙基硫醚(BS)、2,5-二甲基巯基-1,4-二噻烷(BMMD)与4,4'-二巯基二苯硫醚(TBT)作为第三组分的BMS、BMD和BMT三元体系聚硫氨酯的光学性能和机械性能。研究表明，适量地加入第三组分，可以优化二元聚硫氨酯的性能。低含量BS时，BMS体系的光学性能与BM体系相似，但具有更好的韧性；BMMD的加入可以提高BM体系的硬度；TBT则可以明显提升BM体系的折射率，其中折射率最高达1.6957由

2) 针对固化过程中气泡缺陷问题, 发现气泡主要源于预聚体黏度过快上升阻碍气体逸出, 以及异氰酸酯与微量水分反应生成二氧化碳。控制策略: 首先在混合阶段采用搅拌配合真空脱泡。其次优化固化程序, 设置梯度升温曲线, 固化动力学研究是工艺优化的另一核心, 通过差示扫描量热法 (DSC) 监测了BES/MDI体系非等温和等温固化过程中的放热行为, 系统研究了BM体系聚硫氨酯的固化动力学。采用Kissinger方法计算了BM体系的表观活化能, 并结合FR法、F-W-O法、K-A-S法和Starink法分析了活化能随固化度变化的规律, 固化过程存在自催化反应, 活化能呈现先下降后上升的非线性变化趋势。进一步利用Mólek法计算得到了BM体系的固化速率方程。通过流变仪研究了BM体系固化过程中的流变行为, 利用六参数双Arrhenius方程描述了固化过程中黏度与时间和温度的关系, 并通过Kamal模型计算了相关动力学参数。结合DSC与流变数据, 绘制了BM体系的玻璃化曲线、等 α 曲线以及树脂固化TTT- η 树区间, 既能保证气泡充分逸出, 又可避免过度交联导致的内应力积聚。

（二）取得的业绩（代表作）【限填3项，须提交证明原件（包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等）供核实，并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利（含发明专利申请）、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/ 授权或申请时间等	刊物名称/ 专利授权或申请号等	本人排名/ 总人数	备注
高折射率聚硫氨酯的合成、结构与性能 [†]	核心期刊	2025年02月25日	化工学报	1/4	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩: 85 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间: 1 年(要求1年及以上) 考核成绩: 81 分
本人承诺	
个人声明: 本人上述所填资料均为真实有效, 如有虚假, 愿承担一切责任, 特此声明! 申报人签名: 庄昕	

攻读硕士学位研究生成绩表

及格、不及格)。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章

成绩校核人：张梦依

打印日期: 2025-06-03



高折射率聚硫氨酯的合成、结构与性能

应昕^{1,2} 杜淼³ 潘鹏举^{2,4} 单国荣^{2,4}

1.浙江大学工程师学院 2.浙江大学衢州研究院 3.浙江大学高分子科学与工程学系 4.化学工程联合国家重点实验室,浙江大学化学工程与生物工程学院

摘要: 聚硫氨酯作为一种高折射率光学树脂, 具有优异的光学、热学和力学性能, 被广泛应用于光电领域。研究了不同单体结构和单体官能团比对聚硫氨酯综合性能的影响, 结果表明, 聚硫氨酯的折射率和色散程度与其含硫量和芳环结构含量有较大的关系, 调整官能团比可使高折射率聚硫氨酯的折射率从1.6848上升至1.6900。聚硫氨酯的热学性能和力学性能受到单体结构刚性、官能团度、交联网络均匀程度和反应程度多个方面影响。制备的大部分聚硫氨酯都可以很好地满足光学透镜、光学黏结剂等领域的要求。

关键词: 聚硫氨酯; 高折射率; 光学树脂; 反应; 合成; 聚合物;

专辑: 工程科技 I 辑

专题: 有机化工

分类号: TQ323.8

在线公开时间: 2024-07-29 10:49 (知网平台在线公开时间, 不代表文献的发表时间)

手机阅读

HTML阅读

原版阅读

CAJ下载

PDF下载

AI 辅助阅读

个人成果免费下载

学位论文投稿

图书馆收录证明

序号	期刊名称	ISSN	备注
483	湖南大学学报·自然科学版	1674-2974	核心库
484	湖南农业大学学报·自然科学版	1007-1032	核心库
485	护理学杂志	1001-4152	扩展库
486	华北农学报	1000-7091	核心库
487	华东理工大学学报·自然科学版	1006-3080	扩展库
488	华东师范大学学报·自然科学版	1000-5641	扩展库
489	华南理工大学学报·自然科学版	1000-565X	核心库
490	华南农业大学学报	1001-411X	核心库
491	华西口腔医学杂志	1000-1182	核心库
492	华西药学杂志	1006-0103	扩展库
493	华中科技大学学报·医学版	1672-0741	扩展库
494	华中科技大学学报·自然科学版	1671-4512	核心库
495	华中农业大学学报	1000-2421	核心库
496	华中师范大学学报·自然科学版	1000-1190	扩展库
497	化工环保	1006-1878	扩展库
498	化工进展	1000-6613	核心库
499	化工新型材料	1006-3536	扩展库
500	化工学报	0438-1157	核心库
501	化学工程	1005-9954	扩展库
502	化学工业与工程	1004-9533	核心库
503	化学进展	1005-281X	核心库
504	化学世界	0367-6358	扩展库

研究论文

DOI: 10.11949/0438-1157.20240654

高折射率聚硫氨酯的合成、结构与性能

应昕^{1,2}, 杜淼⁴, 潘鹏举^{2,3}, 单国荣^{2,3}

(¹ 浙江大学工程师学院, 浙江 杭州 310015; ² 浙江大学衢州研究院, 浙江 衢州 324000; ³ 化学工程联合国家重点实验室, 浙江大学化学工程与生物工程学院, 浙江 杭州 310058; ⁴ 浙江大学高分子科学与工程学系, 浙江 杭州 310058)

摘要: 聚硫氨酯作为一种高折射率光学树脂, 具有优异的光学、热学和力学性能, 被广泛应用于光电领域。研究了不同单体结构和单体官能团比对聚硫氨酯综合性能的影响, 结果表明, 聚硫氨酯的折射率和色散程度与其含硫量和芳环结构含量有较大的关系, 调整官能团比可使高折射率聚硫氨酯的折射率从1.6848上升至1.6900。聚硫氨酯的热学性能和力学性能受到单体结构刚性、官能团度、交联网络均匀程度和反应程度多个方面影响。制备的大部分聚硫氨酯都可以很好地满足光学透镜、光学黏结剂等领域的要求。

关键词: 聚硫氨酯; 高折射率; 光学树脂; 反应; 合成; 聚合物

中图分类号: TQ 317.3; TQ 322.4

文献标志码: A

文章编号: 0438-1157 (XXXX) XX-0001-09

Synthesis, structure and properties of high refractive index polythiourethane

YING Xin^{1,2}, DU Miao⁴, PAN Pengju^{2,3}, SHAN Guorong^{2,3}

(¹ Polytechnic Institute, Zhejiang University, Hangzhou 310015, Zhejiang, China; ² Institute of Zhejiang University—Quzhou, Quzhou 324000, Zhejiang, China; ³ State Key Laboratory of Chemical Engineering, College of Chemical and Biological Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058, Zhejiang, China; ⁴ Department of Polymer Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310058, Zhejiang, China)

Abstract: Polythiourethane, as a high refractive index optical resin, has excellent optical, thermal and mechanical properties and is widely used in the optoelectronic field. The effect of different monomer structures and monomer functional group ratios on the comprehensive performance of polythiourethane was studied. The results showed that the refractive index and dispersion degree of polythiourethane were closely related to their sulfur content and aromatic ring structure content. Adjusting the functional group ratio can increase the refractive index of high refractive index polythiourethane from 1.6848 to 1.6900. The thermal and mechanical properties of polythiourethane are influenced by various factors such as the rigidity of the monomer structure, the degree of functional groups, the uniformity of the cross-linking network, and the degree of reaction. Most of the prepared polythiourethane can be well applied in fields such as optical lenses and optical binders.

Key words: polythiourethane; high refractive index; optical resin; reaction; synthesis; polymers

收稿日期: 2024-06-14 修回日期: 2024-07-21

通信作者: 单国荣(1968—), 男, 博士, 教授, shangr@zju.edu.cn; 杜淼(1971—), 女, 博士, 教授, dumiao@zju.edu.cn

第一作者: 应昕(2000—), 男, 硕士研究生, yingxin@zju.edu.cn

引用本文: 应昕, 杜淼, 潘鹏举, 单国荣. 高折射率聚硫氨酯的合成、结构与性能[J]. 化工学报, XXXX, XX(X): 1-9

Citation: YING Xin, DU Miao, PAN Pengju, SHAN Guorong. Synthesis, structure and properties of high refractive index polythiourethane[J]. CIESC Journal, XXXX, XX(X): 1-9

EI 收录证明

A	B	C	D	E	F	G
COMPENDEX SOURCE LIST: UPDATED APRIL 2, 2025						
PRINT ISSN	ONLINE ISSN	CHINESE TITLE (中文标题)	TRANSLITERATED TITLE (拼音翻译)	ENGLISH/TRANSLATED TITLE (英文标题)	LANGUAGE (语言)	ISI 2024 INDEXING STATUS (2024年是否被SCI/SCIE/SSCI收录)
10090645	21928258	-	-	Chinese Journal of Mechanical Engineering (English Edition)	English	Renewed (保持收录)
10040609	-	中国有色金属学报	Zhongguo Youshi Jinshu Xuebao	Chinese Journal of Nonferrous Metals	Chinese	Renewed (保持收录)
10087303	-	农药学报	Nongyaoxue Xuebao	Chinese Journal of Pesticide Science	Chinese	New (新收录)
10018229	-	-	-	Chinese Journal of Pharmaceutical Sciences	Chinese, English	Renewed (保持收录)
25667979	14390202	-	-	Chinese Journal of Foreign Science (English Edition)	English	Renewed (保持收录)
02587076	-	稀有金属	Xiyou Jinshu	Chinese Journal of Rare Metals	Chinese	Renewed (保持收录)
10009915	-	岩石力学与工程学报	Yanshilixue Yu Gongcheng Xuebao	Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering	Chinese	Renewed (保持收录)
02543087	-	仪器仪表学报	Yi Qi Yi Biao Xue Bao	Chinese Journal of Scientific Instrument	Chinese	Renewed (保持收录)
04091879	-	力学学报	Lixue Xuebao	Chinese Journal of Theoretical and Applied Mechanics	Chinese	Renewed (保持收录)
20971842	-	中国光学	Zhongguo Guangxue	Chinese Optics	Chinese	Renewed (保持收录)
18717694	-	-	-	Chinese Optics Letters	English	Renewed (保持收录)
15742055	20883834	-	-	Chinese Physics E	English	Renewed (保持收录)
00230747	20959419	科学通报 (中文)	Kexue Tongbao (Chinese)	Chinese Science Bulletin	Chinese	Renewed (保持收录)
000438157	-	化工学报	Huagong Xuebao	CIESC Journal	Chinese	Renewed (保持收录)
1001190185	-	煤田地质与勘探	Maitandizhi Yu Kantan	Coal Geology and Exploration	Chinese	Renewed (保持收录)
02532336	-	煤炭科学技术	Maitan Kexue Jishu	Solid Science and Technology (Peking)	Chinese	Renewed (保持收录)
100-	26672413	-	-	Cognitive Robotics	English	New (新收录)
1004-	27724247	-	-	Communications In Transportation Research	English	New (新收录)
1002096385	20618893	-	-	Communications on Applied Mathematics and Computational Science	English	Renewed (保持收录)
1002995929	-	-	-	Complex Systems Modeling and Simulation	English	Renewed (保持收录)
007313040	07313050	-	-	Computational Design and Robotic Fabrication	English	New (新收录)
1008-2090643	20906062	-	-	Computational Visual Media	English	Renewed (保持收录)
100208331	20972838	-	-	Computer Engineering and Applications	English	New (新收录)
1101008911	-	计算机集成制造系统	Jisuanji Jicheng Zhizao Xitong	Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS	Chinese	Renewed (保持收录)
11010001239	-	计算机研究与开发	Jisuanji Yanjiu yu Fa zhan	Computer Research and Development	Chinese	Renewed (保持收录)
11010010920	-	控制与决策	Kongzhi yu Juesce	Control and Decision	Chinese	Renewed (保持收录)
1101008152	-	控制理论与应用	Kongzhi Lilun yu Yingyong	Control Theory and Applications	Chinese	Renewed (保持收录)