

同行专家业内评价意见书编号: 20250856114

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: 王慧杰

学号: 22260443

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21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)

本人系统地掌握了材料与化工专业的基础理论知识，包括无机、有机、物理化学、材料科学以及工程伦理等方面的内容，具备扎实的数理化功底。在专业技术方面，熟悉常见材料的制备与加工工艺，了解典型化工流程和设备操作原理，能够独立完成基本的性能测试与结果分析。同时，能够熟练运用专业软件辅助工程设计和数据处理，具有良好的工程实践能力和一定的科研创新潜力。本人系统掌握了材料与化工的核心理论，具备一定的技术应用能力，但未来知识的应用仍需结合工程实践和前沿动态持续深化。未来或许可针对特定方向，如新能源材料、绿色化工等进一步专业化、精细化，并注重跨学科能力的培养。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

本人在江苏赛福瑞新材料有限公司进行专业工程实践。主要实践内容是开发固化剂新材料，并了解材料的生产和应用施工流程。在四平市铁东区5万亩高标准农田建设项目中，我参与了抗水/蓄水型自分解多孔固化土的研发与应用工作。该项目旨在提升农田的透水性、蓄水能力和力学强度，以支持水肥一体化智能农业建设。在团队中，我主要负责有机类固化剂的调配与改性。针对环氧树脂混合物粘度高、溶解慢的问题，我通过文献调研提出添加尿素（氢键破坏剂）的解决方案，成功将溶解时间缩短40%，同时不影响材料的吸水率和力学强度。此外，我还参与了不同配方的性能测试，利用无侧限抗压强度试验和浸水法吸水率测试，优化出最佳配比，并探索了水凝胶替代方案以解决传统固化剂的溶解性问题。通过本次实践，我深入理解了材料设计-性能测试-

工程应用的全流程过程，掌握了土壤固化剂的改性方法及性能优化策略。同时，我也认识到实际工程中需综合考虑成本、环境适应性及长期稳定性等问题，为土壤固化剂的后续研究提供了改进方向。

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)

本人在江苏赛福瑞新材料有限公司进行专业工程实践。主要实践内容是开发固化剂新材料，并了解材料的生产和应用施工流程。在四平市铁东区5万亩高标准农田建设项目中，我参与了抗水/蓄水型自分解多孔固化土的研发与应用工作。该项目旨在提升农田的透水性、蓄水能力和力学强度，以支持水肥一体化智能农业建设。在团队中，我主要负责有机类固化剂的调配与改性。针对环氧树脂混合物粘度高、溶解慢的问题，我通过文献调研提出添加尿素（氢键破坏剂）的解决方案，成功将溶解时间缩短40%，同时不影响材料的吸水率和力学强度。此外，我还参与了不同配方的性能测试，利用无侧限抗压强度试验和浸水法吸水率测试，优化出最佳配比，并探索了水凝胶替代方案以解决传统固化剂的溶解性问题。通过本次实践，我深入理解了材料设计-性能测试-

工程应用的全流程过程，掌握了土壤固化剂的改性方法及性能优化策略。同时，我也认识到实际工程中需综合考虑成本、环境适应性及长期稳定性等问题，为土壤固化剂的后续研究提供了改进方向。

1. 项目背景与问题概述

在参与“四平市铁东区5万亩高标准农田建设项目”期间，我面临了一个典型的复杂工程问题：如何开发一种既能保持较高透水性和蓄水能力，又具备足够力学强度的土壤固化材料。这一问题的复杂性主要体现在三个方面：首先，材料的孔隙率与强度存在天然的矛盾关系；其次，材料需要在长期水浸条件下保持稳定；最后，还需考虑材料的经济性和施工便利性。

这一问题的解决直接关系到高标准农田建设中的水肥一体化系统的实施效果。传统的土壤固化剂往往只能满足单一性能指标，无法同时兼顾透水、蓄水和强度要求，这成为制约项目推进的关键技术瓶颈。

2. 知识整合与问题分析

针对这一复杂工程问题，我系统整合了材料科学、化学工程和土壤力学等多学科知识进行分析：（1）材料科学方面：运用材料结构与性能关系理论，分析多孔材料的强度影响因素。根据Griffith断裂理论，材料的强度与缺陷尺寸直接相关，这解释了高孔隙率导致强度下降的机理。（2）高分子化学方面：利用高分子交联网络理论，研究如何通过分子设计平衡材料的亲水性与力学性能。此外，特别关注了环氧树脂的固化机理和吸水聚合物的溶胀行为。

（3）土壤力学方面：应用土-

水特征曲线理论，分析不同孔隙结构对水分运移的影响规律，为材料设计提供理论基础。通过系统分析，我将复杂问题分解为三个关键子问题：如何构建稳定的多级孔结构？如何优化材料的亲水-疏水平衡？如何实现材料的可控降解？

3. 解决方案的制定与实施

基于上述分析，我制定了系统的解决方案：（1）多级孔结构设计：采用“骨架-填充”复合策略，以环氧树脂形成刚性骨架保证强度，同时引入发泡剂构建大孔结构。通过控制发泡剂含量（2-4%）和发泡温度（60-80℃），获得孔径在50-200 μm 范围的可控孔隙。

（2）亲水-疏水调控：在环氧树脂网络中加入适量（2-5%）的聚丙烯酸钠吸水性树脂（SAP），通过接枝改性使其与环氧树脂形成互穿网络结构。这种设计既保持了材料的整体疏水性，又在局部形成亲水通道。（3）工艺优化：针对材料混合过程中的高粘度问题，创新性地引入尿素作为氢键破坏剂。通过实验确定最佳添加量为0.5-1%，使混合时间从原来的4小时缩短至2.5小时，大大提高了生产效率。

4. 实验验证与数据分析

为验证方案的可行性，我设计了系统的实验方案：

（1）材料表征：采用SEM观察材料的微观形貌，确认了多级孔结构的形成；通过FTIR分析证实了环氧树脂与SAP的成功复合；使用压汞法测定材料的孔隙率在35-45%之间。

（2）性能测试：按照GB/T 50123-2019标准进行无侧限抗压强度测试，最优配方的强度达到2.3 MPa；吸水率测试显示24小时吸水能力达130%；透水系数测定为 1.2×10^{-3} cm/s，满足设计要求。

（3）对比分析：建立强度-孔隙率-透水性三维关系模型，通过响应面分析法确定最佳性能平衡点。数据分析表明，当孔隙率控制在 $38 \pm 2\%$ 时，材料可同时满足强度 ≥ 2 MPa和透水系数 $\geq 1 \times 10^{-3}$ cm/s的要求。

5. 工程应用与问题解决

在试验阶段，我们遇到了几个关键问题：

（1）材料与不同土壤的适配性问题：发现固化剂在黏土中的表现明显优于砂土。通过调整表面活性剂种类（改用阴离子型）和添加适量（1-

2%）纳米二氧化硅，显著改善了材料在砂质土壤中的稳定性。

（2）施工工艺优化：原设计的喷涂工艺在风力较大时效果不佳。通过增加材料初凝时间（从30分钟调整至45分钟）和改进喷涂设备参数，解决了施工均匀性问题。

（3）成本控制：针对环氧树脂成本较高的问题，尝试用30%的改性淀粉部分替代，在保持性能基本不变的情况下，使材料成本降低约15%。

6. 创新点与知识应用

本项目的创新主要体现在：

（1）多尺度结构设计：将材料科学中的“结构-

性能”关系理论应用于实际工程，实现了从分子尺度（环氧树脂交联）到微观尺度（孔隙调控）的多层次设计。

（2）跨学科方法整合：综合运用高分子化学（树脂改性）、胶体化学（界面调控）和土壤力学（土-水作用）等知识，解决了单一学科难以应对的复杂问题。

（3）工艺创新：开发的尿素辅助混合工艺不仅解决了工程实际问题，还为类似高粘度材料的处理提供了新思路。

7. 经验总结与展望

通过这个项目，我深刻体会到解决复杂工程问题需要：

（1）系统思维：将大问题分解为若干可操作的子问题，建立各因素间的关联模型。

（2）知识整合：打破学科界限，灵活运用不同领域的理论和方法。

（3）实践验证：理论设计必须经过严格的实验验证和工程检验。

未来改进方向包括：开发更环保的生物基替代材料；研究智能响应型固化剂，使其性能可随环境湿度自动调节；建立更完善的材料数据库和性能预测模型。

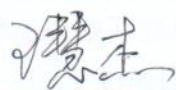
这个案例充分展示了如何将学校所学的理论知识转化为解决实际工程问题的能力，也让我对复杂工程问题的系统解决方法有了更深入的理解。这种经验对于今后从事材料研发和工程应用工作都具有重要的指导意义。

(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】

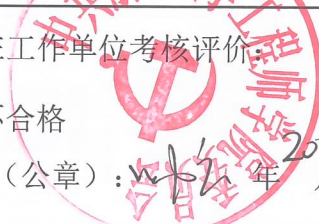
1. 公开成果代表作 【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

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
一种无外力下贴合曲面物体的软光刻印章的制备方法及其产品和应用	授权发明专利	2024年04月05日	专利号: ZL 2023 1 1221877.9	2/4	导师一作
Light-Regulated Microstructure Growth of Dynamic Hydrogels for Flexible Manufacturing of Microlens Arrays	核心期刊	2025年03月26日	https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cbe.5c00007	2/10	已被EI收录

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: 84 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: 82 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: 	

二、日常表现考核评价及申报材料审核公示结果

日常表现 考核评价	非定向生由德育导师考核评价、定向生由所在工作单位考核评价: ☒优秀 ☐良好 ☐合格 ☐不合格 德育导师/定向生所在工作单位分管领导签字（公章）： 2025.5.26 年 月 日
申报材料 审核公示	根据评审条件，工程师学院已对申报人员进行材料审核（学位课程成绩、专业实践训练时间及考核、学位论文、代表作等情况），并将符合要求的申报材料在学院网站公示不少于5个工作日，具体公示结果如下： ☐通过 ☐不通过（具体原因： 工程师学院教学管理办公室审核签字（公章）： 年 月 日

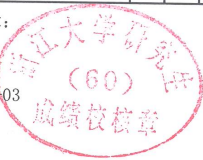
浙江大学研究生院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号：22260443		姓名：王慧杰		性别：女		学院：工程师学院				专业：材料与化工				学制：2.5年	
毕业时最低应获：29.0学分				已获得：31.0学分				入学年月：2022-09				毕业年月：			
学位证书号：						毕业证书号：						授予学位：			
学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质	学习时间		课程名称		备注	学分	成绩	课程性质
2022~2023学年秋季学期		创新设计方法			2.0	通过	专业选修课	2022~2023学年秋冬学期		研究生英语			2.0	88	公共学位课
2022~2023学年秋季学期		高等反应工程			4.0	83	专业选修课	2022~2023学年春季学期		绿色化工与生物催化前沿			2.0	86	专业学位课
2022~2023学年秋季学期		工程技术创新前沿			1.5	92	专业学位课	2022~2023学年春季学期		新时代中国特色社会主义思想理论与实践			2.0	91	公共学位课
2022~2023学年秋季学期		工程数值分析			2.0	79	专业选修课	2022~2023学年春季学期		研究生论文写作指导			1.0	82	专业学位课
2022~2023学年秋季学期		工程伦理			2.0	85	公共学位课	2022~2023学年春季学期		自然辩证法概论			1.0	83	公共学位课
2022~2023学年冬季学期		膜技术与工程			2.0	82	专业学位课	2022~2023学年夏季学期		研究生英语基础技能			1.0	69	公共学位课
2022~2023学年冬季学期		智慧能源系统工程			2.0	94	专业学位课	2022~2023学年春夏学期		高阶工程认知实践			3.0	76	专业学位课
2022~2023学年冬季学期		产业技术发展前沿			1.5	91	专业学位课			硕士生读书报告			2.0	通过	

说明：1. 研究生课程按三种方法计分：百分制，两级制（通过、不通过），五级制（优、良、中、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



证书号 第6873341号



发明专利证书

发 明 名 称：一种无外力下贴合曲面物体的软光刻印章的制备方法及其产品和应用

发 明 人：陈狄;王慧杰;赵骞;谢涛

专 利 号：ZL 2023 1 1221877.9

专 利 申 请 日：2023年09月21日

专 利 权 人：浙江大学

地 址：310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

授权公告日：2024年04月05日

授权公告号：CN 117341370 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利证书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨



第1页(共2页)

其他事项参见续页

Light-Regulated Microstructure Growth of Dynamic Hydrogels for Flexible Manufacturing of Microlens Arrays

Published as part of Chem & Bio Engineering special issue "Advanced Functional Hydrogels".

Di Chen, Huijie Wang, Chujun Ni, Jingye Chen, Yujun Guo, Zhe Chen, Ning Zheng, Jingjun Wu, Hua Ren, and Qian Zhao*

Cite This: <https://doi.org/10.1021/cbe.5c00007>

Read Online

ACCESS |

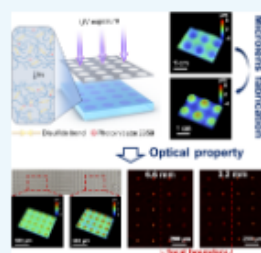
Metrics & More

Article Recommendations

Supporting Information

ABSTRACT: Microlenses are the basis of diverse modern instruments, which demand for more flexible fabrication. Thermal reflowing after photolithography of non-cross-linked polymers is the most widely applied strategy for manufacturing final products or primary molds of microlenses with desired microcurvatures. However, this approach can commonly form only one specific curvature for the same precursor system, lacking manufacturing flexibility. Here we report the direct growth of microstructures with flexible control of the curvature after one-step photolithography. This method relies on spatial UV irradiation, which induces network rearrangements in a dynamically cross-linked hydrogel. Upon subsequent water swelling, the irradiated locations develop microstructures with tunable curvature controlled by the irradiation time. Following by a secondary ionic cross-linking, the hydrogels are mechanically strengthened for practical microlens replication. Consequently, microlens arrays with a roughness around 20 nm are rapidly molded from the hydrogel templates. Multiple focuses are uniformly projected on a targeted plane, indicating the fine imaging capability of the microlenses. Moreover, the focal lengths are flexibly adjustable not only in a wide range but also in a spatially selective manner. Our growth strategy paves a versatile and efficient method for the flexible fabrication of functional optical devices.

KEYWORDS: photopatterning, dynamic hydrogel, self-growth, microlens array, replicate molding



1. INTRODUCTION

Microlens arrays (MLAs) are crucial for diverse optical systems, including image scanners,^{1,2} confocal microscopes,^{3,4} and solar cells.^{5,6} With growing demands for MLAs, the development of manufacturing strategies has attracted attention from both academics and industries. Photolithography is a dominant micromanufacturing technology that is employed to fabricate polymeric MLAs.^{7,8} Generally, the photosensitive precursor is spatially polymerized on a substrate through light exposure. After development, microstructures with a sharp boundary are formed. Following heating, the free-standing linear polymer reflows into dome-like shapes, thus achieving the construction of MLAs.⁹ While the process is highly precise, the curvatures of the microlenses, which are critical for optics, can hardly be flexibly manipulated, since they are restrained by the intrinsic wettability of the employed materials on the substrates. Tuning the curvature commonly requires alteration of the precursors or the substrates. In addition, the developing and thermal reflowing processes are both time- and energy-consuming, and the obtained MLAs can hardly tolerate high temperatures due to the linear chemical structure.¹⁰ Although template replication methods (e.g., soft lithography) have been developed to realize simple and

efficient fabrication of MLAs of diversified materials beyond the linear polymers,^{11–15} flexible fabrication of the original templates is still a major concern. It typically depends on photolithography or other micromanufacturing techniques to create masters, which are then used to replicate the templates. As a result, adjusting the optical properties of microlenses is a time-consuming process. Many other strategies, including inkjet printing,^{16,17} 3D printing,^{18–20} and high-precision machining,²¹ have been developed to achieve flexible fabrication of the curvature. Inkjet printing fabricates the microlenses dot by dot, which has low efficiency. Meanwhile, 3D printing and high-precision machining require expensive equipment and offer low throughput in comparison with the thermal reflowing strategy.

In a broad sense, the basic requirement of fabricating MLAs is the construction of microstructures with specific curvatures.

Received: January 20, 2025

Revised: March 18, 2025

Accepted: March 18, 2025

经检索“Engineering Village”，下述论文被《Ei Compendex》收录。（检索时间：2025年5月19日）。

<RECORD 1>

Accession number:20251418162038

Title:Light-Regulated Microstructure Growth of Dynamic Hydrogels for Flexible Manufacturing of Microlens Arrays

Authors:Chen, Di (1, 2); Wang, Huijie (1, 3); Ni, Chujun (4); Chen, Jingye (1); Guo, Yujun (5); Chen, Zhe (5); Zheng, Ning (2); Wu, Jingjun (1); Ren, Hua (1); Zhao, Qian (1, 2)

Author affiliation:(1) Ningbo Innovation Center, Zhejiang University, Ningbo; 315100, China; (2) State Key Laboratory of Chemical Engineering, College of Chemical and Biological Engineering, Zhejiang University, Hangzhou; 310058, China; (3) Polytechnic Institute, Zhejiang University, Hangzhou; 310015, China; (4) Affiliated Second Hospital, School of Medicine, Zhejiang University, Hangzhou; 310009, China; (5) School of Aeronautics and Astronautics, Zhejiang University, Hangzhou; 310027, China

Corresponding author:Zhao, Qian(qianzhao@zju.edu.cn)

Source title:Chem and Bio Engineering

Abbreviated source title:Chem. Bio. Eng.

Issue date:2025

Publication year:2025

Language:English

E-ISSN:2836967X

Document type:Article in Press

Publisher:American Chemical Society

Number of references:37

Main heading:Crosslinking

Controlled terms:Laser beams - Microlenses - Molding - Photolithography

Uncontrolled terms:Crosslinked polymers - Dynamic hydrogel - Flexible manufacturing - Manufacturing flexibility - Micro-lens arrays - Photo patterning - Precursor systems - Replicate molding - Self-growth - Thermal

Classification code:741.3 Optical Devices and Systems - 744.5 Laser Beam Interactions - 745.1

Printing - 802.2 Chemical Reactions - 913.4 Manufacturing

Numerical data indexing:Size 2.00E-08m

DOI:10.1021/cbe.5c00007

Funding details: Number: 22475189,22105167, Acronym: NSFC, Sponsor: National Natural Science Foundation of China;Number: -, Acronym: NSFC, Sponsor: National Natural Science Foundation of China;Number: 2023QNRC001, Acronym: CAST, Sponsor: China Academy of Space Technology;Number: -, Acronym: CAST, Sponsor: China Academy of Space Technology;Number: 2023J272, Acronym: -, Sponsor: Natural Science Foundation of Ningbo Municipality;Number: -, Acronym: -, Sponsor: Natural Science Foundation of Ningbo Municipality;

Funding text:This work is supported by the National Natural Science Foundation of China (Nos. 22475189 and 22105167), the Young Elite Scientists Sponsorship Program by CAST (No. 2023QNRC001), and the Natural Science Foundation of Ningbo Municipality (No. 2023J272). Authors thank Prof. Youhua Chen for the helpful discussion on microlens manufacturing. The authors also thank Ms. Liying Chen for assistance with surface characterization with the technical support by State Key Laboratory of modern optical instruments and Mr. Qichao Zhao from Ideaoptics Ltd. for assistance with characterizations of optical properties.

Database:Compendex

Compilation and indexing terms, Copyright 2025 Elsevier Inc.

注:

1. 以上检索结果来自 CALIS 查收查引系统。
2. 以上检索结果均得到委托人及被检索作者的确认。

