

同行专家业内评价意见书编号： 20250856088

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： 宋泽世

学号： 22260427

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19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)

本次专业实践基于非晶丝的巨应力阻抗效应(GSI)，结合结构健康监测(SHM)技术，研究非晶丝传感器在真空辅助树脂传递模塑工艺(VARTM)复合材料成型及服役过程中的监测能力。在基础理论方面，涵盖非晶材料的阻抗谱分析、固化动力学模型以及复合材料在拉伸、弯曲、冲击载荷下的力学行为，重点探讨非晶丝在应力作用下的阻抗变化机理。在专业技术方面，VARTM工艺和高压树脂传递模塑成型工艺(HPRTM工艺)制备复合材料，并利用非晶丝传感技术对增强体压实、树脂流动及固化过程进行实时监测。此外，通过力学测试(拉伸、弯曲、冲击)，系统分析非晶丝传感器在复合材料服役阶段的应力响应特性。

2. 工程实践的经历(不少于200字)

首先，对各种复合材料成型过程有了全面的了解。复合材料作为现代工程材料中的一大类，具有轻质、高强度和优异的耐腐蚀性能，被广泛应用于航空航天、汽车制造和能源等领域。在与企业对接工作中，选择了VARTM(真空辅助树脂传递模塑成型)工艺，这是一种对设备要求低的复合材料工艺。在实验室通过该工艺成功制备了高性能复合材料，验证了该工艺的可行性和高效性。由于需要监测VARTM复合材料成型过程，我掌握了树脂固化过程中固化度变化和树脂成型各阶段内部应力的变化，以便更好地分析和解释监测数据。在分析树脂流动阶段时，我学习并掌握了仿真软件PAMRTM，用于模拟树脂流动速率、树脂流动前锋位移和内部应力变化的情况。这些知识和技能帮助我更精确地理解树脂成型过程中的关键参数。在传感器集成工作中，我学习并掌握了传感器系统、实用电子元器件和电路基础。传感器是监测复合材料成型过程和使用状态的关键设备，能够实时获取非晶丝电信号进而分析器周围应力分布。通过整合各种电子元器件，我搭建了一套非晶丝传感器监测系统，用于成型后的树脂底护板力学监测。非晶丝传感器具有高灵敏度和快速响应的特点，能够准确反映材料内部的应力变化情况。为了更好地采集和分析数据，我还学习并掌握了Python和LabVIEW编程语言。这套系统能够有效地监测和记录复合材料在使用过程中的力学性能变化，为复合材料底护板的服役状况提供了可靠的数据支持。在底护板力学应用监测过程中，为了确保监测数据的可靠性和国际标准的一致性，我查阅并了解了多项国际力学测试标准，包括ASTMD7264/D7264M.07、ASTMD3039/D3039 M.08和ASTMD7136/D7136M.12。根据这些标准，严格对复合材料进行了测试与监测，通过分析和比对电信号与力学信号的变化趋势与同步性，确保了数据的准确性和可信度。最终将实验室的结论拓展至企业高压树脂传递模塑成型工艺(HPRTM)，完成了对电池底护板的成型和服役过程监测，并有效的增强了信号强度。通过这些工作，我不仅提高了理论知识水平，还积累了丰富的实践经验。在项目的不同阶段，我遇到了许多挑战，例如如何确保树脂均匀分布、如何提高传感器的精度和稳定性、如何优化数据采集和分析方法等。通过查阅文献、请教他人和反复实验，我逐一解决了这些问题，取得了令人满意的成果。

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)

在复合材料制造过程中，成型工艺的优化与服役阶段的结构健康监测(SHM)是提升材料可靠性与服役安全性的关键环节。新能源汽车电池底护板作为典型的大型复合材料构件，其制造环节涉及高压树脂传递模塑(HPRTM)工艺，服役过程中则需长期承受复杂多变的力学冲击载荷。因此，如何实现复合材料从制造阶段到服役阶段的全过程结构健康监测，成为当前亟待解决的技术难题。

本案例基于非晶丝传感器的巨应力阻抗效应（GSI），将实验室中针对真空辅助树脂传递模塑（VARTM）工艺开发的结构健康监测技术，成功拓展并应用至工业化HPRTM成型工艺中，构建了适用于新能源汽车电池底护板的全寿命健康监测体系。针对复合材料在成型与服役全过程中的实际工程需求，系统性地解决了非晶丝传感系统的集成与小型化问题、电池底护板成型过程中的传感器布设与信号灵敏度匹配问题，以及冲击监测过程中的电磁串扰干扰问题。以下将围绕上述三个关键技术难点，详细阐述其面临的工程挑战与本研究提出的解决策略。

首先，案例围绕“多通道、高频率、小型化”三大关键目标，设计并搭建了一套高度集成化的非晶丝结构健康监测系统。该系统以STM32H750微控制器为核心控制模块，开发了用于控制AD9854信号发生器的程序逻辑，实现在30 MHz下稳定输出250mV正弦波信号。随后，信号通过AD8336高频可调增益放大器放大至2.5V，实现非晶丝的激励。信号采集方面，利用ADL5511射频有效值检波器完成30MHz信号的整流与均值处理，将交流信号有效值转化为直流电压信号，降低采样频率需求。再通过AD7606模数转换芯片进行同步采样。整个系统包括8通道激励与8通道采集接口，均通过定制的印制电路板（PCB）集成安装至铝合金防护盒中，具备良好的电磁屏蔽效果与热稳定性。为提升人机交互与数据可视化能力，设计了基于可视化的LabVIEW数据采集程序与展示界面，实现对每个通道的实时电压监测与数据存储。通过该系统，可以实现在多点部署下的非晶丝实时监测，且体积控制在30 cm × 26 cm × 14 cm范围内。

其次，在电池底护板采用HPRTM高压注胶工艺的条件下，树脂充填速度快、压力高（2 MPa以上），这对非晶丝传感器的嵌入构型与灵敏度匹配提出了挑战。一方面，传感器需在压实环境下不被树脂流动破坏，另一方面，在模具紧密闭合后，非晶丝需要仍能对周围微小应力波动保持足够的灵敏性。为此，本研究首先通过贴附式实验验证了非晶丝不同构型在碳纤维底护板中的信号响应差异。对比了三种构型：A型（单根长条结构）、B型（双非晶丝并联结构）。实验结果表明，B型传感器在保持足够灵敏度的同时，其并联电路结构有效降低了整体阻抗，提高了采集电压信号。此外，在B型构型基础上进一步优化布局方案，设计了“同侧引出”的排布方式，既满足空间布局需求，也简化了系统布线复杂度。最终，B型非晶丝传感器被确定为适配电池底护板成型监测的理想方案，并在实测中展现出优异的成型阶段响应一致性和重复性，成功区分并响应增强体压实、树脂充填、树脂固化三个阶段。

最后，在电池底护板服役过程中，需要非晶丝传感器在冲击瞬间能够产生对附件冲击来源与强度的响应。然而在多通道同时激励与采集条件下，系统出现电磁串扰现象，影响信号解读的准确性。本案例从两个方向入手解决该问题：一是优化激励源配置。对比了传统正弦波与方波信号激励方式，实验证明方波（由多个频率谐波叠加而成）中的低频成分可以在不影响信号强度的同时，有效降低不同非晶丝传感器之间的电磁串扰。在相同幅值条件下，方波激励下的信号响应峰值平均提升1.0%以上，有效增强了传感系统对冲击事件的分辨能力。二是减少同时激励通道数。在不影响电池底护板受冲击监测时非晶丝传感器信号的情况下，减少并行的非晶丝传感器通道数，适当增加非晶丝之间的距离。该策略成功降低了干扰噪声干扰，冲击信号中RCI变化更为清晰，信噪比显著提高。

通过本案例，基于非晶丝的结构健康监测技术实现了从实验室原理验证到工程样机部署的完整技术链条。研究中充分结合材料学、传感器系统等多学科知识，有效解决了非晶丝传感系统集成、信号精度优化与工程化部署中的关键技术问题。案例不仅验证了传感系统在复杂成型工艺与冲击工况下的稳定性与可行性，也为下一步在整车制造中的推广应用奠定了良好基础。这一过程充分体现了将所学专业服务于复杂工程问题解决的实践能力与科研素养。

(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
一种基于栅型纤维传感器的复合材料液体成型全过程实时监测方法	发明专利申请	2024年10月23日	申请号: 202411484669.2	2/3	

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: 83 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: 84 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: 宋泽世	

浙 江 大 学 研 究 生 院
攻读硕士学位研究生成绩表

学号：22260427		姓名：宋泽世		性别：男		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	79	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	88	专业学位课
2022-2023学年秋季学期		工程技术创新前沿			1.5	83	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	70	公共学位课
2022-2023学年秋季学期		工程数值分析			2.0	90	专业选修课	2022-2023学年春季学期		研究生论文写作指导			1.0	81	专业学位课
2022-2023学年秋季学期		工程伦理			2.0	88	公共学位课	2022-2023学年春季学期		研究生英语基础技能			1.0	74	公共学位课
2022-2023学年冬季学期		智慧能源系统工程			2.0	89	专业学位课	2022-2023学年夏季学期		自然辩证法概论			1.0	72	公共学位课
2022-2023学年冬季学期		产业技术发展前沿			1.5	85	专业学位课	2022-2023学年春夏学期		高阶工程认知实践			3.0	88	专业学位课
2022-2023学年冬季学期		聚合物加工原理与分析方法			2.0	84	专业选修课			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

浙江大學
(60)
成绩校核章



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119329083 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 21

(21) 申请号 202411484669.2

(22) 申请日 2024.10.23

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 秦发祥 宋泽世 冯唐锋

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 郑海峰

(51) Int.Cl.

B29C 70/36 (2006.01)

B29C 70/54 (2006.01)

B29C 37/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于栅型纤维传感器的复合材料液体成型全过程实时监测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于栅型纤维传感器的复合材料液体成型全过程实时监测方法。方法包括以下步骤：S1：将栅型纤维传感器置于预制体层间，并将传感器两电极连接监测系统的激励和采集模块；S2：预成型过程中，施加压力将模具内预制体压实，实时采集传感器的电压信号变化反映压实状态；S3：打开树脂填充通道，注入树脂浸渍预制体，同时实时采集树脂注入过程中传感器的电压信号变化重构树脂填充时流动前沿的位置变化，填充完成后关闭树脂出入口；S4：在树脂交联成型过程中，通过采集树脂交联过程中传感器的电压信号变化监测复合材料实时的成型质量。本发明采用栅型纤维传感器，可以在不影响预制体性能和树脂流动条件下，监测复合材料液体成型全过程。

