

附件 1

成果转化项目汇总表

序号	成果名称	成果来源单位
1	基于多模态预测和混合强化学习智能控制的高端破碎产线示范线开发	华侨大学 机电及自动化学院
2	无铬无甲醛胶黏剂鞣制皮革关键技术	福建农林大学 材料工程学院
3	应用于石化产业的高精度、高适应性、本质安全的多参数分布式新型传感器及系统	厦门大学 电子材料与技术学院

所属行业领域：	符合《福建省“十四五”科技创新发展专项规划》的领域方向		
领域代码：	2025TZ01		
成果名称：	基于多模态预测和混合强化学习智能控制的高端破碎产线示范线开发		
申报单位：	华侨大学机电及自动化学院		
成果来源单位：	华侨大学	单位性质：	高等院校
联系人：	房怀英	联系方式：	18064491108
转化方式：	技术转让, 技术许可		
主管单位：	华侨大学		
备注：			

一、成果概述

破碎装备广泛应用于矿山开采和拆建垃圾处理，是融合了液压、机械、电子和电气技术的高端装备。其核心技术主要由特雷克斯、美卓、克磊镗等公司掌握。国内产品存在重量重、振动大、能耗高以及产成品质量差和智能控制水平低等共性问题。成果主要包括：优化设计破碎液压智能控制系统、构建轻量化机架数值仿真模型、开发在线实时检测系统以及AI智能控制系统等。技术成果开发已完成，并在在马来西亚、俄罗斯和澳大利亚等应用。

已解决的关键问题：

- （1）针对矿山破碎，在线识别每一级破碎进料和出料骨料的级配和粒形，计算每一级破碎比；
- （2）实现了破碎产线每一级皮带料量的在线检测，实时计算出实际有效产能，结合每一级破碎实际功率，计算出破碎加工成品料的能耗；
- （3）以矿山加工产线的每一级实时破碎比、破碎产能、能耗为大数据样本，训练出了新型的破碎智能控制混合强化学习模型；
- （4）由于母材岩性、级配和衬板磨损，导致成品料质量波动，采用RGB视觉和激光轮廓扫描技术，开发多模态融合人工智能检测系统，解决破碎后物料的形态质量检测问题，实现成品料质量在线检测；
- （5）在破碎加工后的原生和再生骨料质量在线检测的基础上，要实现破碎加工质量控制，构建了破碎机转速、矿口开度和偏心的智能控制算法模型，实现了破碎主机参数在线自适应控制；
- （6）利用数字孪生技术，构建了矿山智能制造加工预测、决策模型；
- （7）采用非接触式光学体积测量方法，解决传统皮带秤无法实时计量的问题，并攻克了振动补偿计算方法。

主要创新点：

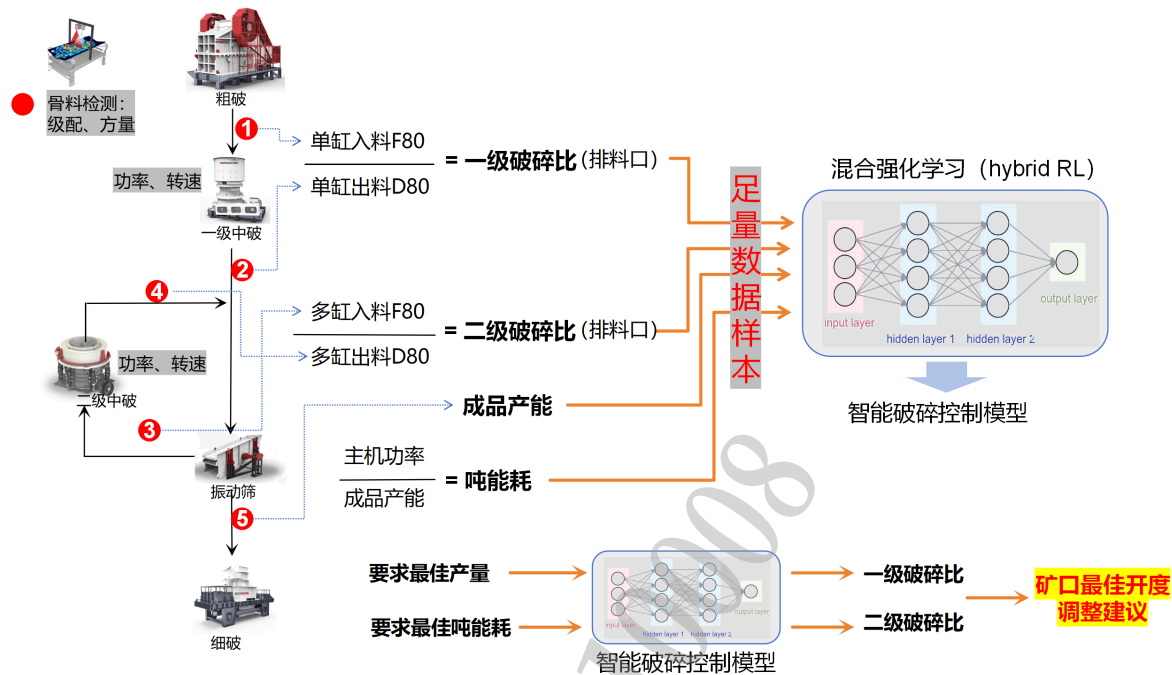
- （1）构建矿山智能破碎加工在线实时智能检测的破碎比、产能、能耗等参数的样本数据库，搭建并训练新型的智能破碎混合强化学习控制模型；
- （2）创造性地提出破碎物料在线体积精确检测方法，采用RGB-D多模态人工智能算法，实时获取物料堆积空隙率和3D波动特征，实现产能实时预测；
- （3）采用RGB-D人工智能视觉识别实现破碎成品骨料级配、粒形在线检测，实现破碎加工质量数

数据库构建；

关键技术指标：

(1) 骨料级配在线检测误差 $\leq \pm 3\%$ （对比筛分法）；(2) 超粒径异常物料检测精度 $\geq 98\%$ ；(3) 排料口开度调整精度 $\leq 1\text{mm}$ ；(4) 物料测量厚度范围 $80\text{mm}\sim 500\text{mm}$ ；(5) 物料体积计量精度 $\geq 98\%$ ；(6) 整体能耗 $\leq 1\text{kW}\cdot\text{h/t}$ ；(7) 实现再生骨料 I、II、III级在线识别；识别精度 $\geq 92\%$ ；(8) 破碎加工的再生骨料吸水率达 $\leq 3\%$ ；(9) 实现破碎机参数自适应在线智能控制。

成果转化的智能破碎示范线如下：



二、知识产权情况

排序	专利名称	类型	申请号/授权号	申请日期/授权日期	专利权人	发明人
1	一种表面含砂浆的再生骨料的视觉检测分类方法和系统	发明专利	ZL202111406830.0	2024-08-20	华侨大学	杨宇轩；杨建红；房怀英；谭国亿
2	一种基于mask rcnn的堆叠粗骨料图像分割方法及系统	发明专利	ZL202111141968.2	2024-08-09	华侨大学	胡祥；杨建红；房怀英；李建涛；林文华；谭国亿
3	一种精密形态检测系统及检测方法	发明专利	ZL201811570951.7	2024-04-05	华侨大学	房怀英；朱合军；杨建红；范伟；林继铭；蔡园园；黄晓宇
4	基于高光谱技术的	发明专利	ZL2021110058	2023-11-24	华侨大学	谭国亿；房

	表面含砂浆的再生骨料质量检测系统		86.5			怀英；杨建红；林文华；胡祥
5	一种实例分割数据集的半自动标注方法、装置及可读介质	发明专利	ZL202110758660.6	2023-10-30	华侨大学	计天晨；房怀英；李建涛；杨建红；陈强；杨天成；陈伟鑫；林柏宏；杨宇轩
6	一种基于粒子冲击破碎的废弃混凝土制备再生骨料的系统	发明专利	ZL201811571720.8	2023-07-28	华侨大学	房怀英；杨建红；黄文景；刘付林；张宝裕；林伟端；秦瑞聪
7	一种表面含砂浆的再生骨料多模态视觉检测方法和系统	发明专利	ZL202110357964.1	2023-06-20	华侨大学	房怀英；谭国亿；杨建红；林文华；胡祥
8	一种骨料形态质量的检测装置和方法	发明专利	ZL201710260767.1	2023-03-07	华侨大学	房怀英；杨建红；黄文景；范伟；余文；林伟端
9	一种基于三维图像的粗骨料等效粒度级配方法	发明专利	ZL202011415322.4	2022-07-08	华侨大学	杨建红；胡祥；房怀英；林文华；范伟
10	一种立轴式骨料破碎装置	发明专利	ZL201710208061.0	2019-06-21	华侨大学	房怀英；杨建红；黄文景；范伟；刘付林；陈俊龙
11	一种细骨料在线检测装置及方法	发明专利	ZL201610059116.1	2018-06-19	华侨大学	杨建红；李丽娜；张认成；罗曼；陈思嘉

三、 成果产业化资金需求预测

1、初期研发与原型机开发阶段的资金需求

在项目启动的初期，资金主要用于支持AI检测系统和智能破碎装备的技术落地研发。包括购买必要的硬件设备、软件许可、以及支付研发团队的工资。此外，还需考虑到原型机的制作成本，包括材料费、加工费以及测试验证的费用。预计这一阶段的资金需求约为700万元。

2、产品化与市场推广阶段的资金需求

随着原型机的成功开发，接下来需要将技术成果转化为可销售的产品。这一阶段的资金主要用于生产线的建设、原材料采购、产品认证、以及市场推广活动。生产线建设包括设备购置、场地租赁、人员培训等费用；原材料采购则涉及到破碎装备所需的各种材料；产品认证则需要支付给第三

方检测机构的费用；市场推广活动包括广告宣传、参加行业展会、建立销售渠道等。预计这一阶段的资金需求大约为800万元。

资金需求预测总计为1500万元。

四、成果转化后预期的经济、社会效益

经济效益

- (1) 成果转化后形成的新型智能破碎产线，在国际上竞争高端市场，将新增销售额超过8000万元。
- (2) 随着城镇化、现代化建设的不断推进，对建筑原材料的需求与日俱增。填埋处理浪费了可用的建筑材料，不利于国家的可持续发展和生态环境保护。据统计我国2022年建筑垃圾产生量达18亿吨，2023年约为34.8亿吨，但资源化率不足5%。未来 2-3年，国内使用破碎设备处理建筑垃圾市场年需要量将达到100亿吨以上，市场需求旺盛。这将为实现该项成果转化的企业带来新的经济增长点。
- (3) 智能破碎装备通过集成自动化和智能化技术，显著提高破碎作业的生产效率。不仅减少了人力成本，还缩短了工程周期，从而提高了用户单位项目的经济效益。

社会效益

- (1) 将提高破碎装备的智能化水平,为下游工程施工企业和建材生产企业提供了高性价比的高端装备，降低下游企业的生产成本，提升核心竞争力，促进建筑、矿山等行业的高质量发展。通过智能控制减少能耗，实现绿色环保的破碎作业，有助于减少碳排放，保护生态环境。
- (2) 不仅提升了集料破碎的整体性能，改善了集料破碎后的粒度级配和粒形质量，还有助于提高国内企业的技术水平，减少对国外技术的依赖，增强国内产业的自主可控能力。

五、成果转化进度安排

- 2026年1月-3月，与当地企业对接，详细论证项目成果转化的可行性和市场前景，多方充分沟通协商后，达成合作意向，签署合作协议。
- 2026年4月-6月，设计、制作出基于AI 检测的智能破碎装备原型样机，开展系统集成和调试工作，在实验室环境下对原型机进行初步测试，验证其性能和可靠性，根据测试结果对AI模型和硬件进行优化调整。
- 2026年7月-9月，在实际作业环境中对原型机进行现场试验，收集不同作业场景下的数据，为AI模型的训练和优化提供基础数据，根据现场试验和市场反馈，对原型机进行迭代优化，制定市场推广计划，准备产品销售。
- 2026年10月-12月，进行产品化设计和生产准备，包括工艺流程设计、生产线搭建等。开展小批量生产和试销。
- 2027年1月-12月，进行产业化推广应用。

六、主管单位意见

意见内容：

同意推荐
单位：华侨大学
填写日期：2025-09-09

七、附件

	附件名称	数量
■	其他附件	3

2025T06010008

所属行业领域：	符合《福建省“十四五”科技创新发展专项规划》的领域方向		
领域代码：	2025TZ01		
成果名称：	无铬无甲醛胶黏剂鞣制皮革关键技术		
申报单位：	福建农林大学材料工程学院		
成果来源单位：	福建农林大学材料工程学院	单位性质：	高等院校
联系人：	陈奶荣	联系方式：	18060110313
转化方式：	技术转让, 技术许可		
主管单位：	福建农林大学		
备注：			

一、成果概述

（成果简介、技术成熟度、解决的关键技术问题、主要创新点、关键技术指标、技术优势、国内外相关技术研究开发现状和发展趋势、成果相关图片——工艺流程、产品示范或企业应用情况等）

中国皮革行业年产值最高达1.5万亿元，但鞣革过程带来巨大的环境污染，随着环保政策收紧，皮革行业产值逐年下降，也严重影响泉州一带鞋服行业发展。无铬无甲醛皮革鞣制胶黏剂是近年来皮革行业的一项重要创新成果。该成果利用季铵盐阳离子树脂胶黏剂易于与蛋白质反应形成交联的特点，以期替代传统重金属铬和甲醛系鞣剂。季铵类聚合物是典型的水性阳离子树脂，在鞣制生皮过程中，易于渗透到皮层内部；同时采用碱调节pH工艺，促进了季铵类聚合物与蛋白质分子中的氨基、羧基、羟基、巯基等官能团反应，提高了交联密度，皮革物理力学性能增强，收缩温度提高20%-60%，抗张强度提高40%-80%，抗撕裂强度提高20%-50%，且无重金属铬离子和致癌性甲醛的危害；可广泛用于鞣制各种皮革；季铵盐阳离子树脂还对皮革染色有助染效果。皮革鞣制产生的废水含蛋白质及未反应的季铵盐阳离子树脂，可进一步作为木材胶黏剂原料，生产的胶合板胶合强度为0.93 MPa，达到国家标准GB/T 9846-2015 室内用II类胶合板的要求（ ≥ 0.70 MPa）。该专利成果将皮革产业与人造板工业结合，有望实现皮革鞣制过程中废水的进一步无害化利用，形成皮革生产的产业闭环，实现更加环保、健康的皮革生产。该成果已获得中国和美国国家发明专利授权，也荣获第二十四届中国国际高新技术成果交易会 优秀产品奖。

背景

- 铬鞣造成的废水污染问题; 而替代铬鞣剂的醛类有机鞣剂产生的甲醛问题; 表面带负电的皮革对后续湿整理过程中不易上色问题
- 因此, 我们提出“一体化”策略: 一种无铬无甲醛皮革鞣制技术。制备一种聚酰胺树脂鞣剂, 并将其鞣制废液用于制备木材胶黏剂实现废液循环利用。

制备过程

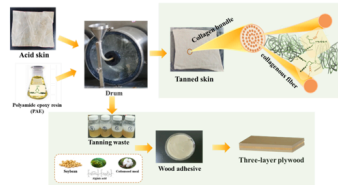


图 1 “一体化”策略流程图

- 配置聚酰胺树脂, 按照鞣制方案在转鼓中鞣制得到鞣制革
- 鞣制废液与海藻酸钠、棉籽蛋白、大豆蛋白配制成木材胶黏剂并压成三层胶合板测试其湿态胶合强度

主要成果

- 制备了一种新型无铬无甲醛鞣剂
- 所制得的皮革收缩温度高于传统铝鞣革;
- 其鞣制废液有效提高了海藻酸钠、棉籽蛋白、大豆蛋白木材胶黏剂的耐水性

成果展示

鞣制皮革收缩温度

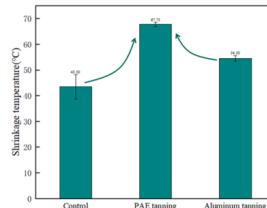


图 2 聚酰胺树脂鞣制革与传统铝鞣革收缩温度对比 (耐湿热稳定性优于传统鞣革)

鞣制皮革物理力学性能

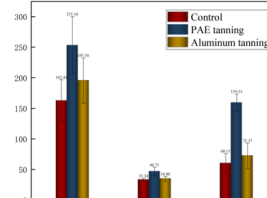


图 3 聚酰胺树脂鞣制革与传统鞣革力学性能对比 (力学性能均优于传统鞣革)

鞣制树脂助染性



图 4 聚酰胺树脂鞣制革与传统鞣革后续染色过程上色程度对比 (染色后颜色更深, 染色均匀且色泽饱满)

成果展示

废液回收制备生物质胶黏剂

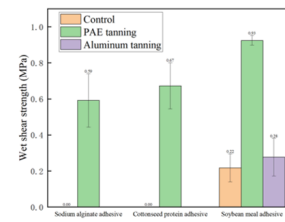


图 5 废液与传统鞣制废液改性生物质木材胶黏剂的湿态胶合强度对比 (废液提高了海藻酸钠、棉籽蛋白、大豆蛋白木材胶黏剂的耐水性, 传统鞣革废液对其耐水性无明显影响)

专利成果



陈奶荣, 涂伊静, 一种无铬和甲醛胶黏剂鞣制皮革的方法 [P]. 中国, ZL 202110417818.3, 授权时间: 2022-07-05
Nairong Chen, Yijing Tu. Leather tanning method using chrome-free and formaldehyde-free adhesive Application number US 17/571522 Date 01/09/2022 Patent No.: US 11732316 B2 Date of Patent: 22/08/2023.



二、知识产权情况

排序	专利名称	类型	申请号/授权号	申请日期/授权日期	专利权人	发明人
1	一种无铬和甲醛胶黏剂鞣制皮革的方	发明专利	ZL 202110417818.3	2022-07-05	福建农林大学	陈奶荣, 涂伊静

	法					
2	Leather tanning method using chrome-free and formaldehyde-free adhesive	美国发明专利	US 11732316 B2	2023-08-22	福建农林大学	Nairong Chen, Yijing Tu

三、 成果产业化资金需求预测

预计需要资金1000万，具体如下：成果转让/许可费用300万，胶黏剂车间及设备改造费300万，原料费300万，分析、测试等协作费用100万。

四、成果转化后预期的经济、社会效益

经济效益：无铬无甲醛皮革鞣制胶黏剂的综合成本约为3500元/吨，比传统铬鞣剂9000元/吨、无铬鞣剂30000元/吨的成本有巨大的优势和市场竞争力。

社会生态效益：福建省皮革产业全国规模最大、木材加工业在全国保持领先地位，年产值分别达8000和3000多亿元；但皮革加工过程用到鞣剂80%都含重金属铬，木材加工业也消耗大量甲醛系胶黏剂，给环境保护和人民健康造成安全隐患。无铬无甲醛皮革鞣剂制造的皮革制品可用在汽车革、家具革等领域，符合环保理念，满足消费者对内饰材料环保性和舒适性的多重需求；同时也提升了产品的市场竞争力，为皮革行业的整体升级转型提供有力支持。进一步利用皮革鞣制废水中存在的蛋白质及树脂，作为木材胶黏剂原料，可用于生产零甲醛添加的ENF级胶合板。该成果将皮革产业与木材加工业结合，有望实现皮革鞣制过程中废水的进一步无害化利用，形成皮革生产的产业闭环，实现更加环保、健康的皮革生产；可有效减少了环境污染和健康风险，保护了生态环境和消费者健康。同时，也推动了福建省皮革行业的绿色转型和可持续发展，为构建低碳环保的生态文明社会做出积极贡献。

五、成果转化进度安排

2026年1-4月，完成成果转化；2026年5-12月，完成鞣剂、皮革、胶合板生产车间或设备改造；2027年1-3月，试生产出第一批胶黏剂鞣剂产品；2027年4-7月，以胶黏剂鞣剂鞣制皮革，并将鞣制废液用于生产ENF级胶合板。2027年8-9月，优化胶黏剂鞣剂及各产品生产工艺；2027年10-12月产品正常生产。2028年1-12月，完善产线，准备项目验收。

六、主管单位意见

意见内容：

同意推荐

单位：福建农林大学

填写日期：2025-09-10

七、附件

	附件名称	数量
■	其他附件	5

2025T06010017

所属行业领域:	符合《福建省“十四五”科技创新发展专项规划》的领域方向		
领域代码:	2025TZ01		
成果名称:	应用于石化产业的高精度、高适应性、本质安全的多参数分布式新型传感器及系统		
申报单位:	厦门大学电子科学与技术学院		
成果来源单位:	厦门大学	单位性质:	高等院校
联系人:	董小鹏	联系方式:	18060996093
转化方式:	技术转让, 技术许可, 作价投资		
主管单位:	厦门大学		
备注:	基于本研究团队已有的研究成果及应用案例：如本团队承担的中国石油管道公司委托项目“气室型油气浓度（丙丁烷）激光监测传感系统”（合同编号：校合20233160A0921）、以及省高速集团委托项目“宁德至上饶国家高速公路福建省霞浦至福安段工程跨海桥梁超深水超大直径桩基础及桥墩检测与监测关键技术研究”（合同编号：校合20223160A0897）等，本团队多项已授权发明专利（见知识产权情况）的基础上，开发应用于石化产业基础设施安全运行、石化生产过程、石化产品存储等方面的高精度、高适应性、本质安全的多参数分布式新型传感器及系统，并在省内石化产业中示范应用。		

一、成果概述

（成果简介、技术成熟度、解决的关键技术问题、主要创新点、关键技术指标、技术优势、国内外相关技术研究开发现状和发展趋势、成果相关图片——工艺流程、产品示范或企业应用情况等）

成果简介：本研究团队基于光纤与激光技术，在新型传感器与监测系统方面做了大量研究和应用工作，取得了一系列的成果和发明专利，相关成果于2024年获得福建省科学技术二等奖。研发的可应用于石化产业的新型传感器包括：管道压力、流速、温度、湿度、振动，以及液体或气体泄漏、多

种气体浓度传感器及系统等。

技术成熟度：可在实际工程中应用。

解决的关键技术问题：多种物理量交叉干扰问题；传感器高灵敏与大量程的矛盾问题；高空间分辨率的分布式光纤温度和振动传感技术；新型传感光纤及传感器的设计与制作；新型多点与分布式气体传感器的设计与制作；抗干扰能力强、高精度的沉降、位移、应变传感器。

主要创新点：克服温度对传感器测量结果的影响；提出实现法珀（FP）干涉仪大量程下高灵敏测量方法；提出高空间分辨率的分布式光纤温度和振动传感测量方法；提出新型传感光纤及可测量液体折射率、泄漏、流速流向的传感器的设计与制作方法；提出基于时分复用的新型多点与分布式多气体传感器监测系统；提出抗干扰能力强、高精度的位移、沉降应变传感器等。

关键技术指标：具有本质安全特性的各种光纤与激光传感器，温度测量精度 $<0.1^{\circ}\text{C}$ ；应变测量精度： $<1\mu\text{e}$ ；位移测量精度 $<0.1\text{mm}$ （50米距离）；压力测量范围： $0\sim100\text{MPa}$ ；分布式温度与振动测量空间分辨率： $0.1\sim0.5\text{米}$ ；甲烷、乙炔、 CO 、 CO_2 等气体传感。

技术优势：传感单元不带电，为无源器件。光纤及传感器耐化学腐蚀、环境适应性强。可远距离传感与信号传输，不受电磁干扰影响。传感器可在易燃易爆场景工作，本质安全。相关技术以获得多项发明专利，具有自主知识产权。

部分应用案例：如本团队承担的中国石油管道公司委托项目“气室型油气浓度（丙丁烷）激光监测传感系统”（合同编号：校合20233160A0921）、以及省高速集团委托项目“宁德至上饶国家高速公路福建省霞浦至福安段工程跨海桥梁超深水超大直径桩基础及桥墩检测与监测关键技术研究”（合同编号：校合20223160A0897）等等。

国内外相关技术研究开发现状和发展趋势：本团队开发的相关传感器及产品与国内外同类产品和技术相比，多项指标处于领先水平。

本团队将在已有成果和多项已授权发明专利基础上，开发应用于石化产业生产、运行、产品存储等方面的高精度、高适应性、本质安全的多参数分布式新型传感器及系统，并在省内石化产业中示范应用。

二、知识产权情况

排序	专利名称	类型	申请号/授权号	申请日期/授权日期	专利权人	发明人
1	一种分布式光纤湿度和温度同时检测装置及检测方法	发明	授权号：CN110887527B	2024-06-11	厦门大学	董小鹏
2	基于双模光纤可同时测量液体压强和温度的传感器及方法	发明	授权号：CN110895157B	2024-08-13	厦门大学	董小鹏等
3	一种带有分支气室的级联多点气体检测方法	发明	授权号：CN114965289B	2024-08-23	厦门大学	董小鹏等
4	一种高灵敏的流体流速光学测量传感器和测量方法	发明	授权号：CN115290925B	2024-09-06	厦门大学	董小鹏等
5	基于虚拟参考腔和	发明	授权号：CN11	2023-06-06	厦门大学	董小鹏等

	游标效应的高灵敏大范围干涉测量方法		4858052B			
6	基于数字虚拟参考腔和游标效应的法珀腔长精确测量方法	发明	授权号：CN114739285B	2023-06-06	厦门大学	董小鹏等
7	一种传输光谱存在特征波长的异芯双芯光纤	发明	授权号：CN109613646B	2020-07-03	厦门大学	董小鹏等
8	一种采用光纤光源的桥梁挠度测量方法	发明	授权号：CN110132160B	2024-03-29	厦门大学	董小鹏等
9	由纯石英材料构成的高灵敏度光纤高温传感器及制备方法	发明	授权号：CN110987228B	2024-08-13	厦门大学	董小鹏等
10	串联式多防区光纤周界入侵传感系统	发明	授权号：CN106530559B	2019-06-25	厦门大学	董小鹏

三、 成果产业化资金需求预测

成果产业化资金需求预测300~500万元。

四、成果转化后预期的经济、社会效益

（成果产业化后可能取得的主要经济、社会、生态效益，提升我省相关产业竞争力等方面的作用）

基于先进激光与光纤技术的石化生产、运行、以及安全维护传感器，实现石化关键设备和设施在生产、运行、存储全过程实时在线监测，对保障石化生产的效率和安全，在经济和社会效益方面将起到十分重要的作用。

石化安全生产与监测对环保、生态环境也有重大作用，对提升我省相关产业竞争力具有十分重要的意义。

五、成果转化进度安排

2025.10~2025.12：安装布设应用于石化装置及管道的高分辨率分布式光纤温度传感监测系统；
2026.1~2026.6：安装布设石化生产压力、流量、气体传感监测系统；
2026.7~2026.12：安装布设石化设施沉降、位移、倾斜、噪声监测系统；
2027.1~2027.6：根据现场应用情况优化和完善系统硬件和软件。

六、主管单位意见

意见内容：
同意推荐
单位：厦门大学
填写日期：2025-09-10

七、附件

	附件名称	数量
■	其他附件	13

2025T06010020