

附件 1:

川渝新一代电子信息产业中试研发平台

第 二 期 中 试 项 目 指 南

四川研跃科技有限责任公司

二〇二五年十一月

目 录

01 微波提取小蓬草有效成分及洗发配方的研究	- 3 -
02 便携式光学气体遥测仪开发	- 6 -
03 低成本高集成低轨卫星通信终端相控阵天线制造	- 9 -
04 电子陶瓷一体化复合材料增材制造	- 12 -
05 基于 WiFi 泛在感知的数智化城市感知系统	- 15 -
06 晶圆级封装压缩成型设备	- 19 -
07 TGV（玻璃通孔）激光钻孔设备	- 23 -
08 应用于先进封装的低应力底部填充材料	- 27 -

01 微波提取小蓬草有效成分及洗发配方的研究

(概念验证项目)

一、背景

小飞蓬草是一种常见的外来入侵物种，繁殖力强，对农业和生态造成危害。但其含挥发性油类成分，具有很高的开发利用价值。

我们已对提供的成分分析表明，小飞蓬草精油是一种极具潜力的天然抗菌剂和洗护成分：

1. 高效广谱抗菌潜力：柠檬烯（58.30%）、 β -蒎烯（6.28%）、月桂烯（4.52%）等单萜烯类化合物是精油的主要成分。研究表明，这些成分对多种革兰氏阳性菌和阴性菌（如金黄色葡萄球菌、大肠杆菌）以及常见真菌（如引起头皮屑的马拉色菌）具有显著的抑制和杀灭作用。

2. 优异的抗炎与舒缓特性： β -石竹烯（0.20%）是著名的CB2受体激动剂，具有显著的抗炎、镇痛作用，可用于舒缓头皮瘙痒和皮肤炎症。

3. 去油、控油与清洁能力：高含量的萜烯类成分具有良好的脂溶性，能有效溶解和清洁皮肤及头皮上的多余油脂和污垢。

4. 香气与防腐：精油富含的柠檬烯、蒎烯等赋予了其清新、松木般的柑橘香气，可作为天然香料。同时，其本身的抗菌性也

能作为天然防腐体系的一部分，减少化学防腐剂的添加。

结论：小飞蓬草精油成分组合优异，特别适用于开发针对油性头皮、头皮屑、痤疮等问题的抗菌消炎类洗护产品。

二、研究内容

1.微波破壁提取小飞蓬草有效成分：利用微波能瞬间内部加热的特性，高效破坏小飞蓬草细胞壁，使有效成分充分释放。

2.微波萃取小飞蓬草精油：攻克传统水蒸气蒸馏法提取率低、耗时长、能耗高的瓶颈，实现精油的高效、节能提取。

3.微波提取纯露：在萃取精油的同时，同步收集其水溶性馏分（纯露），实现资源全利用。

三、应用前景

项目产品为外用洗护产品，具体包括：

1.抗菌去屑洗发水：针对头屑、头痒、头皮油脂分泌过旺人群；

2.精华纯露：微波提取过程中产生的副产物纯露，可直接作为爽肤水、头皮调理水或面膜液使用，性质温和；

3.市场前景广阔：符合当前“天然、绿色、可持续、功能性”的个人护理消费趋势。

四、考核指标

1.提取工艺指标：精油提取率： $\geq 1.5\%$ （以干重计，显著高于传统蒸馏法的 $0.8\% \sim 1.0\%$ ）；

2.能耗：比传统水蒸气蒸馏法降低 40%以上；

3.抗菌功效：最终产品对目标菌种（如马拉色菌）的抗菌指标达到商业要求。

五、周期

不超过 12 个月。

六、经费

不超过 70 万元。

02 便携式光学气体遥测仪开发

(中试熟化项目)

一、背景

随着 2015 年“双碳”政策的提出,光学气体成像技术(Optical gas imaging, OGI) 技术以其高效、非接触等优势迅速得到了广泛推广。海外以美国为代表,美国环保署(EPA)多次发布采用 OGI 检测替代部分 CWP(传统便携式 FID)检测等相关建议稿,并已完成在科罗拉多州等地的大量 OGI 设备部署。国内起步相对较晚,2020 年之后,环境保护部《生态环境保护综合行政执法装备标准化建设指导标准》、应急管理部《化工园区安全风险智能化管控平台建设指南》《十四五危险化学品安全生产规划方案》、国务院《空气质量持续改善行动计划》以及各省环境厅均将 OGI 技术纳入相关政策指南。文件明确指出“推动大型油气储存基地安全管理数字化智能化转型,围绕 OGI 气云成像、主动安防、智能巡检等前沿技术试点示范和推广应用”等方针。

针对石油、化工园区的泄漏巡检,目前成熟的 OGI 设备主要集中在单一波段,例如美国 GasFindIR™ 设备、瑞典 IRnova 公司 IRnova 320ER-330 组件以及国内高德红外 CG330、艾睿光电 CG306 等产品。然而实际使用过程中,泄露的气体往往是未知的,存在 CH₄ 的同时还存在 CO、CO₂ 等气体,单一波段探

测不利于复杂场景的巡检。为此，航天 503、中科红外机密仪器等公司提出了傅里叶光谱仪的方式来实现气体种类的识别，然而其系统庞大，功耗高，每台售价百万元以上，不利于产品的大面积推广。

因此，利用微纳光子学与制冷型红外探测器芯片相结合，发展低成本、小型化、多谱段 OGI 气体成像设备，弥补国内外紧凑型制冷 OGI 多谱段气体探测的空白，有利于产品的应用化推广。

二、研究内容

通过创新性的 T2SL 芯片技术、高信噪比输出技术、多模式融合检测技术，构建多通道制冷型气体探测系统，形成 CH₄、CO、CO₂ 多气体泄漏的实时探测。研究 T2SL 芯片物理场模型，探索 MEMS 芯片制备工艺，研究电路低功耗设计，开发软硬件驱动以及多场景实时、智能化应用算法。

三、应用前景

1. 化工园区智能巡检，主要用于手持、无人机以及机器人巡检，检测管道有无泄漏；

2. 应急及环境生态执法，主要用于手持产品和云台应用为主，监控甲烷、一氧化碳等气体的排放或泄漏。

四、考核指标

1. 提供便携式光学气体遥测设备一套，可同时探测多种气体，

包含但不限于 CH₄、CO、CO₂ 等；

2.面阵大小： $\geq 640 \times 512$ ，像元间距 $\leq 15 \mu\text{m}$ ；

3.MTTF： $\geq 15000\text{h}$ ；

4.NECL $\leq 30 \text{ ppm.m}$ ；

5.稳定功耗 $\leq 7\text{w}$ ，峰值功耗 $\leq 12\text{w}$ ；

6.重量 $\leq 400\text{g}$ （不含镜头）；

7.供电范围不超过 12V；

8.支持模拟视频与数字视频输出，包含数字降噪、图像融合及对比度调整等功能；

9. IP 65，12V 供电，220V 充电；

10.带云台装置，适合手持、无人机载、车载三种巡检方式。

五、产业化指标

1.投资：不低于 300 万元；

2.知识产权：预计在两年内获得知识产权不少于 5 项，包括发明专利、实用新型、外观专利等，保护项目的技术创新成果；

3.产能：两年后产能预计不低于 100 套/年，随着市场需求的增长和系统的不断完善，产量可逐步提高。

六、周期

不超过 24 个月。

七、经费

不超过 120 万元。

03 低成本高集成低轨卫星通信终端相控阵天线制造

(中试熟化项目)

一、背景

随着无线通信技术的发展,基于低轨卫星通信网的新一代空天地无线通信网络成为未来无线通信的发展方向。国内多家公司都在加快建设覆盖全球的低轨卫星通信网络,卫星通信终端设备的需求与日俱增。天线作为一个通用设备,是卫星通信终端设备必不可少的重要组成部分,具有广阔的市场前景。由于低轨卫星通信频段的限制,终端天线需要采用相控阵体制。但低轨卫星通信用户类别千差万别,按照平台也各不相同,使用空间场景也非常丰富,所以要求天线具备低成本、便于安装、部署方便等特点,这就要求相控阵天线具有低成本高集成的特点。

二、研究内容

1. 相控阵天线阵面设计

设计针对低轨卫星通信的天线单元、阵面和功分网络,天线具备极化可重构特性,单元互耦低,能够实现大角度扫描,具备低副瓣特点。

2. 相控阵高度集成化设计

研究多通道多功能芯片选型和使用,利用 AIP 技术,实现天线的高集成和低剖面设计,利用多通道能力,设计同时多波束天

线波束切换方法。

3. 相控阵天线信号处理技术

研究相控阵天线初始捕获、运动跟踪、出厂校正、波束控制等相关信号处理技术，确保相控阵天线能够在安装载体运动过程中，保持对卫星进行持续跟踪。

三、应用前景

低轨卫星通信终端相控阵天线具备成本低，安装方便的特点，能够应用军事和民用的各种领域。天线可以安装在车辆、飞机、舰船、导弹等各种运动载体上，也能用于个人便携设备，为用户提供随时接入低轨卫星网络的能力。由于低轨卫星通信能够为缺乏地面移动通信基站覆盖的偏远地区服务，在广大第三世界国家或者“一带一路”国家具有广阔的应用市场。

四、考核指标

1. 天线工作接收状态 Ku 频段，瞬时带宽 100MHz；
2. 极化支持左右旋圆极化和线极化；
3. 扫描角度 $\pm 60^\circ$ ，增益下降 $< 6\text{dB}$ ；
4. 常温对空法向 $G/T \geq 1.3\text{dB/K}$ ；
5. 天线高度小于 15cm；
6. 波束建立时间小于 0.5ms。

五、产业化指标

1. 投资：不低于 200 万元；

2.产量：三年内销售数量大于 30 台；

3.税收：三年后的年度销售收入预计不低于 50 万元；

4.知识产权：申请发明专利不少于 3 项。

六、周期

不超过 24 个月。

七、总金额

不超过 100 万元。

04 电子陶瓷一体化复合材料增材制造

(中试熟化项目)

一、背景

复合材料 SLA 3D 打印在填料匀质度与填料载量方面存在痛点，导致功能响应与复杂微结构制造受限；项目提出“循环立体光固化”路线，通过循环混合、提高填料粒径与循环系统辅助流平等手段提升匀质度与载量，面向微型电子/电磁陶瓷器件的一体化增材制造，定位为成套技术与设备产品化方向。

二、研究内容

1.设备研制与产品化：集成化循环立体光固化设备研发及产品化。

2.材料与工艺：开发可打印电磁、介电陶瓷复合材料及增材制造工艺；支撑电子/电磁陶瓷器件的直接成形。

3.应用验证：围绕介电陶瓷、功能电子陶瓷、电磁陶瓷建立应用目标与验证路径（如微波介质陶瓷小型化精密制造、5G 陶瓷模块多材料系统、铁电/热电/光电陶瓷配方与复杂结构直接成形、跨尺度电磁陶瓷直接成形等）。

三、应用前景

1.介电陶瓷增材制造体系：5G 通讯用微波介质陶瓷（小型化、集成化），适配循环立体光固化增材制造可打印微波介质陶

瓷材料研发,实现小型化微波介质陶瓷的循环立体光固化精密制造,开发集成化5G陶瓷模块制造的多材料循环立体光固化系统。

2.功能电子陶瓷增材制造体系:铁电、热电、光电功能电子陶瓷及其复合材料(结构复杂化),适配循环立体光固化的铁电、热电、光电陶瓷光固化材料配方设计,优化功能性电子陶瓷三维拓扑结构设计,实现复杂结构功能性电子陶瓷的循环立体光固化直接自由成形。

3.电磁陶瓷增材制造体系:电磁屏蔽与吸波陶瓷,适配循环立体光固化的电磁陶瓷材料组分设计,实现宽频段范围内跨尺度电磁陶瓷循环立体光固化直接成形。

四、考核指标

- 1.成型尺寸:不小于60 mm×80 mm;
- 2.激光波长:355 nm 或 405 nm 可选;
- 3.精度:光学分辨率不差于50 μm;
- 4.打印层厚:10-150 μm 可调;
- 5.循环匀质化系统:0-1000rpm 可调;
- 6.操作界面:触屏;
- 7.通过大粒径填料提高填料载量:磁性材料30%以上,陶瓷材料60%以上;
- 8.激光最大功率不小于300mW;
- 9.最大扫描速度不小于1m/s;

10.精度：0.1L；

11.利用该设备制造微型磁驱软体机器人 3 款，并展示其在 9 线圈电磁控制系统中的运动。

五、产业化指标

1.投资：不低于 100 万元；

2.产量：三年累积预计不低于 30 台，价值约 900 万；

3.税收：三年后的年度销售收入预计不低于 1200 万元；

4.知识产权：预计在三年内申报知识产权不少于 3 项。

六、周期

不超过 24 个月。

七、经费

不超过 130 万元。

05 基于 WiFi 泛在感知的数智化城市感知系统

(中试熟化项目)

一、背景

当前数智化城市建设中，传统感知体系存在明显短板：一方面，光学检测设备受遮挡、恶劣天气影响大，易形成“感知盲区”，且部署维护成本高；另一方面，各部门感知系统独立运行，数据不互通形成“数据孤岛”，难以支撑全域化、一体化感知需求。

WiFi 作为城市已广泛部署的信息基础设施（建成区覆盖率超 85%），具备泛在覆盖、无需大规模新增硬件的优势。本项目拟依托 WiFi 泛在感知技术，突破传统感知局限，构建“全域覆盖、多参量监测、数据互通”的数智化城市感知体系，实现人员、车辆、环境等信息的实时精准感知，弥补传统感知体系短板，为城市交通管控、公共安全、环境治理等场景提供核心技术支撑，助力数智化城市从“被动管理”向“主动服务”转型。

二、研究内容

1. WiFi 泛在感知核心算法研发：研究基于信道状态信息（CSI）的信号去噪与多目标识别算法，实现人员轨迹（定位精度 ≤ 1 米）、车辆速度与类型（识别准确率 $\geq 90\%$ ）、环境温湿度 / PM2.5（误差 $\leq 5\%$ ）的精准感知；开发多基站协同感知算法，解决单一基站“感知盲区”问题，提升全域感知连续性。

2.感知体系架构设计与标准化：设计“感知层 - 传输层 - 平台层 - 应用层”四级架构，感知层依托现有 WiFi 基站加装轻量化传感器，传输层采用 5G + 边缘计算实现低延迟（ $\leq 100\text{ms}$ ）数据传输，平台层构建统一数据中台并制定数据接入、共享标准（如 JSON-LD 数据格式、MQTT 传输协议），打破“数据孤岛”。

3.场景化应用技术开发：针对交通管控，研发感知数据与信号灯系统联动算法，提升道路通行效率 $\geq 15\%$ ；针对公共安全，开发人员密集度预警模型（阈值 2 人 / m^2 触发预警）；针对环境治理，构建污染溯源模型（定位误差 ≤ 500 米），实现多场景精准应用。

4.数据安全性与隐私保护技术研究：基于联邦学习开发隐私保护算法，实现“数据可用不可见”；构建数据分级加密体系（敏感数据采用国密 SM4 算法），结合区块链技术实现设备身份确权，保障数据安全。

三、应用前景

1.城市交通智慧管控：实时监测车流密度、停车位占用状态，联动信号灯动态配时，推送实时路况与空车位信息，缓解拥堵与停车难题；识别非机动车违规行为，辅助交通执法，提升管理精细化水平。

2.公共安全精准防控：监测商圈、地铁站等人员密集场所密度与流动轨迹，异常滞留（超 30 分钟）自动预警；在城中村等

监控盲区，感知人员、车辆进出信息，助力治安排查，降低安全风险。

3.生态环境动态治理：实现 PM2.5、噪声等参数的网格化监测（数据更新周期 ≤ 5 分钟），覆盖社区、学校等区域，结合气象数据追溯污染源头，为环保部门精准治污提供数据支撑。

4.城市应急快速响应：暴雨、地震等灾害发生时，通过幸存 WiFi 基站感知人员滞留位置、道路积水深度等信息，为救援队伍提供指引，辅助评估灾害损失，提升应急响应效率。

四、考核指标

1.技术指标：WiFi 泛在感知定位精度（人员 ≤ 1 米、车辆 ≤ 3 米），环境参数监测误差 $\leq 5\%$ ；数据传输延迟 $\leq 100\text{ms}$ ，预警响应时间 ≤ 1 分钟；系统连续运行稳定性 $\geq 99.9\%$ ；与现有城市系统数据兼容率 $\geq 95\%$ 。

2.应用指标：在 1 个 ≥ 50 平方公里主城区实现全域覆盖；试点区域道路通行效率提升 $\geq 15\%$ ，公共安全预警准确率 $\geq 80\%$ ，环境监测点位密度提升 ≥ 10 倍；相关部门满意度 ≥ 85 分（满分 100 分），市民认可度 $\geq 80\%$ 。

3.成果指标：制定《WiFi 泛在感知数智化城市感知体系技术要求》等 2-3 项地方 / 行业标准；申请发明专利 5-8 项、软件著作权 3-5 项；完成《数智化城市 WiFi 泛在感知体系建设白皮书》1 份。

五、产业化指标

1.投资：不低于 300 万元；

2.产量：三年后感知设备及系统解决方案年产量预计不低于 3000 套 / 年；

3.税收：三年后年度税收预计不低于 200 万元/年；

4.知识产权与合作：三年内获批知识产权不少于 8 项；与 3-5 家 WiFi 设备厂商、2-3 家城市数智化解决方案提供商达成合作，推动技术产业化落地。

六、周期

不超过 24 个月。

七、经费

不超过 100 万元。

06 晶圆级封装压缩成型设备

(中试熟化项目)

一、背景

随着摩尔定律趋缓，制程微缩接近物理极限，“后摩尔时代”制程技术突破难度较大，工艺制程受成本大幅增长和技术壁垒等因素，上升改进速度放缓。先进封装技术成为电子产品小型化、多功能化、降低功耗，提高带宽的重要手段。先进封装成为提升芯片性能的关键路径，向着系统集成、高速、高频、三维方向发展。晶圆级封装是在切割晶圆成单个芯片之前，在整个晶圆上进行封装过程。晶圆级封装分为扇入型晶圆级芯片封装（Fan-In WLCSP）和扇外型晶圆级芯片封装（Fan-Out WLCSP），其特点是在整个封装过程中，晶圆始终保持完整。而 WLP（晶圆级封装）可通过 3D 堆叠、异构集成等技术，在有限空间内实现更高集成度（如华为海思芯片体积缩小 40%性能提升 30%）。晶圆级封装压缩成型设备作为半导体封装工艺的核心装备，其应用前景与半导体产业的技术演进和市场趋势紧密相关。

二、研究内容

1.基础塑封成型技术研究：采用肘节压合式塑封机核心结构，实现基础塑封成型工艺，优化温度均匀性，支持低密度 QFP/BGA 封装类型，良率达到 90%。

2.高精度低缺陷封装技术研究：引入模内传感器监测与真空脱泡核心技术，显著降低封装缺陷率；通过设备结构迭代与塑封材料革新，将封装厚度压缩至 $50\ \mu\text{m}$ 以下，支持高密度布线设计，能满足移动处理器类产品的封装需求。

3.高性能 3D 集成封装技术开发：融合 TSV（硅通孔）与混合键合关键技术，实现 3D 堆叠封装功能；通过 AI 算法优化注塑工艺参数，将封装良率提升至 99.5%，可满足 AI 芯片、自动驾驶 SoC 和 5G 射频模组等新兴领域的高性能封装需求。

三、应用前景

晶圆级封装压缩成型设备是半导体封装工艺中的关键设备，主要用于晶圆级封装（WLP）中的塑封和成型环节，设备具备高精度与高效率、小型化集成以及工艺集成化的特点。全球先进芯片封装市场规模预计在 2025 年达到 503.8 亿美元，到 2032 年将增至 798.5 亿美元，2025-2032 年复合年增长率（CAGR）为 6.8%。其中，扇外型晶圆级封装（Fan-Out WLP）在 2025 年将占全球先进芯片封装市场份额的 58.6%。随着半导体行业的持续复苏和技术进步，晶圆级封装压缩成型设备将在精度、效率、成本等方面不断优化，应用前景十分广阔，尤其是在中国市场的国产化替代进程中，将在以下几个重要应用场景迎来重要发展机遇：

1.消费电子：在智能手机、平板电脑、可穿戴设备等产品中，该设备用于生产高密度、小型化的封装芯片。

2.汽车电子：随着智能驾驶、智能座舱等技术的发展，高性能计算芯片和传感器芯片对先进封装的需求激增。晶圆级封装技术能提供更短的连接路径，降低信号延迟，满足汽车电子对可靠性的高要求。

3.工业与医疗领域：在工业控制、医疗电子等领域，晶圆级封装技术展现出巨大潜力。

四、考核指标

- 1.封装晶圆尺寸：直径可达 6 英寸、8 英寸、12 英寸；
- 2.封装面板尺寸：MAX 330mm x 330mm；
- 3.快速树脂模制：液体、颗粒和片状均可；
- 4.合模压力：5-9t；
- 5.循环周期：5UPH/2pice；
- 6.压制方式（可选择）；
- 7.搭载模具（1cass/pice）；
- 8.动力源：液压、气体（500L/min， $\leq 0.8\text{Mpa}$ ）。

五、产业化指标

- 1.投资：不少于 200 万元；
- 2.税收：三年后的年度税收预计不低于 100 万元；
- 3.知识产权：在产业化过程中，重视知识产权的保护和积极申请，预计在三年内获批至少 8 项相关专利。

六、周期

不超过 24 个月。

七、经费

不超过 200 万元。

07 TGV（玻璃通孔）激光钻孔设备

（中试熟化项目）

一、背景

硅基转接板 2.5 D 集成技术作为先进的系统集成技术，近年来得到迅猛的发展。但硅基转接板存在两个的主要问题：一是成本高，硅通孔（TSV）制作采用硅刻蚀工艺，随后硅通孔需要氧化绝缘层、薄晶圆的拿持等技术；二是电学性能差，硅材料属于半导体材料，传输线在传输信号时，信号与衬底材料有较强的电磁耦合效应，衬底中产生涡流现象，造成信号完整度较差（插损、串扰等）。作为另一种可能的替代硅基转接板材料，玻璃通孔（TGV）转接板正在成为半导体企业和科研院所的研究热点。

TGV 的优势主要体现在：

1. 优良的高频电学特性。玻璃材料是一种绝缘体材料，介电常数只有硅材料的 1/3 左右，损耗因子比硅材料低 2-3 个数量级，使得衬底损耗和寄生效应大大减小，保证了传输信号的完整性；

2. 大尺寸超薄玻璃衬底易于获取。Corning、Asahi 以及 SCHOTT 等玻璃厂商可以提供超大尺寸（2m × 2m）和超薄（<50 μ m）的面板玻璃以及超薄柔性玻璃材料；

3. 低成本。受益于大尺寸超薄面板玻璃易于获取，以及不需要沉积绝缘层，玻璃转接板的制作成本大约只有硅基转接板的

1/8;

4.工艺流程简单。不需要在衬底表面及 TGV 内壁沉积绝缘层，且超薄转接板中不需要减薄；

5.机械稳定性强。即便当转接板厚度小于 $100\mu\text{m}$ 时，翘曲依然较小；

6.应用领域广泛。除了在高频领域有良好应用前景，作为一种透明材料，还可应用于光电系统集成领域，气密性和耐腐蚀性优势使得玻璃衬底在 MEMS 封装领域有巨大的潜力。

二、研究内容

1.自研光路、切割头：利用贝塞尔光束整形原理，将高斯光束转换成适用于激光精密加工的贝塞尔光束，实现贝塞尔光束无衍射区域的长度大于 1.1mm ，聚焦光斑直径小于 $2\mu\text{m}$ ，能应用于 1mm 厚度以下的玻璃加工。

2.自研运动轴：根据 TGV 独特的加工路径，设备 X 轴采用气浮结构，无机械磨损，加工速度大于 1500mm/s ，加速度大于 2g ，任意 300mm 行程直线度小于 $3\mu\text{m}$ ，重复精度小于 $1\mu\text{m}$ 。

3.自研工件台：为使设备既能用于板级玻璃基本加工，又能用于晶圆级玻璃基板加工，且能适用于各种规格的产品，对载台进行特殊设计，适用于各种常见规格，产品吸附能分区对应，切换简单。另外工件台整体设计有调平机构，方便将表面调整成跟 X、Y 轴平行。

备注：激光器外购

三、应用前景

在半导体封装向高密度、高频化、三维集成的演进中，玻璃基板凭借其卓越的高频特性、与硅匹配的热膨胀系数（CTE）及超高平整度，成为新一代先进封装的核心载体，作为其核心互连通道的玻璃通孔（TGV）技术应用前景十分广阔。玻璃的硬脆特性使其在微孔加工中极易产生微裂纹与热应力损伤。传统机械钻孔因应力集中导致基板破损，而湿法蚀刻虽可避免机械应力，但其各向同性特性导致深宽比难以突破 1:1 的限制，无法满足高密度互连需求。因此，TGV（玻璃通孔）激光钻孔设备将在中国市场的国产化替代进程中，在以下几个重要应用场景迎来重要发展机遇：

1.先进半导体封装：在 Chiplet 技术中，TGV 激光钻孔设备可实现超大尺寸封装，提升互连密度和光学集成度，降低生产成本并满足 AI 芯片对高可靠性、高良率的需求；

2.光电封装：玻璃的高透明度使 TGV 激光钻孔技术成为硅光子、激光雷达等光电子应用的理想选择，可实现高密度互连并提升设备性能；

3.MEMS 传感器：TGV 通孔的高密度互连能力有助于微型化传感器设计，优化传感器性能并降低功耗；

4.5G 毫米波通信：TGV 激光钻孔形成的通孔具有低损耗特

性，可显著提升高频信号传输效率，广泛应用于天线、滤波器等射频器件。

四、考核指标

- 1.孔径范围：5-200 μm ;
- 2.深径比：可达 50:1，侧壁垂直度控制（ $\pm 0.2^\circ$ ）；
- 3.加工速度：5000-10000 孔/秒；
- 4.适用玻璃厚度：30 μm -1mm；
- 5.孔径一致性： $\pm 35\mu\text{m}$ ；
- 6.超快激光器能量：10-50 μJ ；
- 7.激光重复频率：100KHz-1MHz；
- 8.通孔率：1/200000。

五、产业化指标

- 1.投资：不少于 200 万元；
- 2.税收：三年后的年度税收预计不低于 100 万元；
- 3.知识产权：在产业化过程中，重视知识产权的保护和积极申请，预计在三年内获批至少 8 项相关专利。

六、周期

不超过 24 个月。

七、经费

不超过 150 万元。

08 应用于先进封装的低应力底部填充材料

(中试熟化项目)

一、研究背景

随着物联网、人工智能和 5G 通信技术的迅猛发展，全球半导体产业正经历一场前所未有的技术变革。先进封装技术作为提升芯片性能、降低功耗和缩小尺寸的关键途径，已成为半导体行业竞争的焦点领域。在众多先进封装技术中，底部填充材料（Underfill）发挥着至关重要的作用，它能够有效保护芯片互联结构，提高封装的可靠性和使用寿命。

底部填充胶是一种热固性单组份、改性环氧树脂胶，主要应用于手机、电脑主板、数码相机等高端电子产品的线路板组装过程中。对于 BGA（球栅阵列封装）、CSP（芯片级封装）和 Flip chip（倒装芯片）等先进封装制程，底部填充胶能够形成一层牢固的填充层，显著降低芯片与基板之间因热膨胀系数差异所造成的应力冲击。随着芯片尺寸越来越大，线路间距越来越小，以及 2.5D/3D 封装技术的普及，对底部填充材料的性能要求也日益提高，低应力特性已成为决定先进封装成败的关键因素之一。

目前国内半导体材料行业迎来了前所未有的发展机遇。然而，在高端半导体封装材料领域，尤其是底部填充胶市场，海外厂商仍然占据主导地位，国产化率不高，国产替代需求极为迫切。这

种状况不仅制约了国内半导体产业的发展，也对供应链安全构成了挑战。

二、研究内容

本项目研发的低应力底部填充材料采用多学科交叉的方法，结合高分子材料学、纳米技术和界面科学的最新研究成果，设计出一种具有低应力、高流动性和优异可靠性的复合材料体系。该系统由有机硅杂化环氧树脂、特殊固化剂、无机填料和功能性添加剂组成，通过优化各组分比例和界面相互作用，可实现材料性能的突破性提升。

三、应用前景

低应力底部填充材料作为先进封装的关键材料，具有广阔的应用前景和巨大的市场潜力。随着电子产品向小型化、高性能化和高可靠性方向发展，对先进封装技术和材料的需求将持续增长，以下是一些具体的应用前景：

1.FC-BGA 封装：FC-BGA（倒装芯片球栅阵列）封装是高端处理器、图形芯片和网络芯片的主要封装形式，对底部填充材料的要求极为严格。本项目开发的低翘曲底部填充胶专门针对FC-BGA封装的需求设计，能够显著提高封装良率和封装效率。随着高性能计算和人工智能芯片市场的快速增长，FC-BGA封装市场预计将保持强劲增长，带动对高端底部填充材料的需求。

2.倒装芯片封装：在智能手机、平板电脑和可穿戴设备中，

倒装芯片封装技术得到广泛应用。本项目材料能够有效解决倒装芯片封装中的热机械应力问题，提高产品的可靠性和寿命。随着5G手机的普及和可穿戴设备市场的扩张，倒装芯片封装对底部填充材料的需求将持续增加。

3.2.5D/3D 集成封装：为满足更高集成度和更优性能的需求，2.5D 和 3D 封装技术正在快速发展。这些先进封装技术通过将多个芯片垂直堆叠，实现更高的互连密度和更短的信号传输路径。然而，芯片堆叠也带来了更大的热应力和更复杂的结构挑战。本项目的低应力底部填充材料具有优异的填充性能和应力控制能力，能够满足 2.5D/3D 封装的苛刻要求。

4.汽车电子和工业应用：汽车电子和工业设备对可靠性的要求极为严格，往往需要能够在高温、高湿和剧烈振动环境下稳定工作的封装解决方案。本项目材料具有高玻璃化温度、低热膨胀系数和优异的机械强度，能够满足这些苛刻应用的要求。随着汽车电子化和智能化进程的加速，以及工业 4.0 的推进，这部分市场将成为底部填充材料增长的重要动力。

四、考核指标

- 1.热膨胀系数： $\leq 1 \text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ ；
- 2.玻璃化温度： $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ；
- 3.固化收缩率： $\leq 1.2\%$ ；
- 4.模量： $\leq 45\text{Gpa}$ ；

5.工作温度： $\leq 150^{\circ}\text{C}$ ；

6.粘度： $\leq 35000\text{mpas}$ 。

五、产业化指标

1.投资：不低于 200 万元；

2.产量：三年后产量预计不低于 100kg/年；

3.税收：三年后的年度税收预计不低于 100 万元；

4.知识产权：预计在三年内获得知识产权不少于 8 项。

六、周期

不超过 24 个月。

七、经费

不超过 100 万元。