

2024 年湖南省科学技术奖提名公示

项目名称：5G 光模块 PCB 覆铜光辅压合及真空蚀刻全数字化管控技术及应用

主要完成人：祝文华、陈泽和、郭胜涛、徐正武、李显刚、袁国东、邬家康

主要完成单位：益阳市明正宏电子有限公司



一、项目名称：5G 光模块 PCB 覆铜光辅压合及真空蚀刻全数字化管控技术及应用

二、提名意见

本项目源自于湖南省创新主体增量提质计划，项目通过建成湖南省工程技术研究中心、企业技术中心，依托省部级创新平台开展 5G 光模块 PCB 覆铜光辅压合及真空蚀刻全数字化管控技术攻关。

项目针对国外核心基材垄断，国内层压辅热工艺不成熟、产品阻抗一致性差，蚀刻环节存在水池效应与设备布局复杂等难题限制了行业技术创新与升级。创新 5G 光模块 PCB 超薄覆铜光辅压合工艺、5G 光模块 PCB 激光精刻共形阻控技术、5G 光模块 PCB 智控真空负压蚀刻技术，促进 5G 光模块 PCB 产品介质损耗 ≤ 0.25 ，达到国际先进水平，抗阻控制精度 $\leq \pm 5\%$ ，高频性能 $>20\text{GHz}$ ，机械强度 $(\text{GPa}) \geq 20$ ，各项性能对比国外同类产品更加优异，打破国外进口，形成“国内自供，产品外销”的发展道路。

该项目授权发明专利 6 项、实用新型专利 4 项，完成 1 项科技成果评价，技术水平达到国际先进水平。项目相关成果已在安费诺、金信诺、信维通信等知名企业应用，关键技术的应用带动了 5G 设备使用寿命提升 0.5 倍以上，原材料、助剂损耗占比降低到 15%，提升工厂生产效率 20-30%，项目在 2021-2023 三个自然年内累计新增销售额 15.77 亿元，利润 0.45 亿元，整体经济社会价值显著。

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，全部材料真实有效，相关栏目均符合《提名工作手册》的填写要求。我单位和项目完成单位都已对该项目进行了公示，公示结果无异议。对照湖南省科学技术奖励办法及实施细则的授奖条件，提名该项目为湖南省科学技术进步奖二等奖或三等奖。



三、项目简介

高频高速 PCB 板是 5G 信息化建设和智能电子消费产品发展的基础支撑。当前,随着 10G 光模块和 10G/40G 城域网技术逐步被 25G 光模块和 100G 城域网取代,5G 光模块的 PCB 设计正全面朝向高频高速化方向转型。在这一过程中,高频覆铜板需在高温压合工艺中保持介电常数(Dk)的稳定性,但由于碳氢化合物/陶瓷填料、PTFE 等核心基材仍由国外企业垄断,加之国内层压辅热工艺等技术尚未成熟,导致材料选择困难、生产成本居高不下,严重制约了 5G 光模块 PCB 的产业化进程。

此外,受国外对尖端技术的封锁影响,国内产品的阻抗控制水平参差不齐,整体产品质量难以达到国际先进标准。在蚀刻环节,也普遍存在水池效应明显、传统蚀刻设备结构复杂等一系列技术瓶颈,进一步限制了行业的技术创新能力与产业升级步伐。

本项目依托湖南省专家工作站、工程研究中心与企业技术中心,通过湖南省创新主体增量提质计划,从 5G 光模块 PCB 覆铜箔光辅压合、激光阻控以及真空蚀刻等方面进行技术攻关,历经 6 年技术攻关,取得了如下科技进步:

(1) 首创了“5G 光模块 PCB 超薄覆铜光辅压合工艺”,针对高频高速 5G 光模块 PCB 压制工艺,通过构建石墨烯孔铜箔选材体系,结合快速光辅助压合技术、超薄覆铜箔技术、电磁高频感应快速加热技术,从而制定了超薄导电覆铜箔压合工艺,实现了增强覆铜板与基材板粘结强度、Dk 变化 $< \pm 0.05$,同时不易出现电迁移现象,带动了 5G 设备使用寿命提升 30-50%。

(2) 发明了“5G 光模块 PCB 激光精刻共形阻控技术”,研发 LDI 激光直接成像技术、闭域共形阻抗控制技术,搭载可控式显示终端以及微流控芯片实现人机协同生产,减少安全隐患,提升生产效率 20%,使阻抗偏差控制在 $\pm 5\%$ 以内,废气回收率提升 80%;促进打磨效率提升 100%,控制边缘粗糙度 $\leq 2 \mu\text{m}$,阻抗波动降低 30%;通过系统集成建立封闭式打磨槽+负压除尘,无需人工推送物料,并使粉尘逸散减少 95%。

(3) 发明了“5G 光模块 PCB 智控真空负压蚀刻技术”,研发主动负压抽吸技术、智能抗阻联动系统,在真空负压环境实现蚀刻工艺,促使蚀刻因子从 2-3 的普通蚀刻标准提升至 4-5,整体精度提升 100%以上,有效控制了影响蚀刻效果 50%的可变因素(蚀刻液流动与更新),可实现 $< 50 \mu\text{m}$ 超细线路蚀刻。

本项目授权发明专利 6 项,实用新型专利 4 项,完成 1 项科技成果评价,技术水平达到国际先进水平。项目相关成果已在安费诺、金信诺、信维通信等知名企业应用,关键技术的应用带动了 5G 设备使用寿命提升 30-50%,原材料、助剂损耗占比降低到 15%,提升工厂生产效率 20-30%,废品率 $\leq 3\%$ 。

各项性能对比国外同类产品更加优异,大幅取代进口线路板元件,形成“国内自供,产品外销”的发展道路,项目近三年累计新增销售额 15.77 亿元,利润 0.45 亿元,整体经济社会价值显著。同时明正宏被评为国家级绿色工厂、国家级专精特新小巨人企业、国家知识产权优势企业。

四、客观评价

1、科技查新报告

(1) “高频高速 PCB” 经湖南省科学技术信息研究所对国内数据库、互联网资源检索查新, 报告编号: CX-20230001。

国内外检索文献中未见有与该查新项目上述综合技术特点相同的“高频高速 PCB” 的文献报道。

2、成果评价

(1) 2023 年 08 月 15 日, 益阳市高新技术企业协会在益阳市召开了“高频高速 PCB 关键技术研发与应用”项目科技成果评价会。评审专家组一致认为:

项目实现了更高的布线密度, 减小了覆铜与信号线之间的耦合电容, 提高了高频信号的传输, 解决了 PCB 覆铜层基材板因贴合不紧密导致的覆铜箔脱落、信号完整性降低、电迁移加速、层压时间长等问题, 实现了 PCB 高频高速技术的突破。高频高速 PCB 广泛应用于 5G 基站、5G 天线、服务器等系列产品, 用户反应良好, 具有显著的经济效益和社会效益。专家组一致认为, 该项目技术创新性较强, 整体技术居国际先进水平。

3、检测报告

2022 年 9 月 20 日, “双面印制线路板” 经中国赛宝实验室 (报告编号: V-00401-B2207VQ-00779) 检测, 产品基材属于 FR-4 耐燃烧材料, 燃烧等级达到 V-0 水准。在 $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的恒温环境下绝缘电阻达到 $2.03 \times 10^5 - 4.17 \times 10^5 \text{M}\Omega$ 。

2023 年 2 月 10 日, “高频高速印制线路板” 经通标标准技术服务有限公司广州分公司 (报告编号: CANEE23000144202) 检测, 产品无 DEHP、BBP、DBP、DIBP 指标, 可适用于医疗器械领域, 符合绿色 “PCB” 产品标准。

2023 年 4 月 21 日, “PCB-K2040203 金板” 经通标标准技术服务有限公司广州分公司 (报告编号: GZMR230400945801-CN) 检测, 产品绝缘电阻可达 $2.19 \times 10^7 \text{M}\Omega$, 产品可抵抗 50HZ 频率下 AC 500V 电压击穿超 1min。

4、验收报告

2021 年 8 月 20 日, 针对 2020 年湖南省创新主体增量提质计划 (创新创业大赛专题) - “DNA 电化学芯片 PCB 项目” 进行项目验收, 本项目引进 TOP-8797D 自动影像对位 LED 曝光机、自动影像检查 LED 曝光机、源兴手动影像仪测量软件。采用 LDI 激光直接成像、真空蚀刻等技术, 提升蚀刻性能均匀性与一致性。产品达到国外同等水平, 性能稳定、合格率达到 98% 以上, 填补了国内技术空白。生产成本下降了 30% 以上, 以质优价廉吸引国际客户引进来, 保持公司出口销售业绩稳步提升。

5、用户评价

2022 年 09 月 16 日, 东莞立讯技术有限公司在 2022 年 1 月采购使用高速光模块 PCB 产品后反馈产品品质优良, 性能稳定。

2022 年 10 月 15 日, 东莞金信诺高新技术股份有限公司在使用高频高速 PCB 印制电路板后反馈产品与国内外同类产品相比性能稳定, 可靠性与信赖性合格, 大幅降低了我司的生产压力与生产成本, 对提高我司产品竞争力有很大的帮助。

2022 年 10 月 18 日, 武汉凡谷电子技术股份有限公司在 2022 年 1 月采购使用高速光模块 PCB 产品后反馈产品与国内外产品同类产品相比性能稳定, 对提高



我司产品的竞争力有很大的帮助。

6、官方报道

2022年03月24日，益阳广播电视台在“【奋进新征程 建功新时代】益阳17个新产品入选2021年度省工信重点新产品推荐目录”中提出明正宏电子开发的5G线路板具有高可靠、高密度、高散热等特点，能有效解决高频高速印制电路板的信号传输失真问题，在满足产品及客户要求的同时降低了生产成本，提高了生产效率，减少了资源浪费。





五、推广应用情况

本项目针对国内 PCB 板制作难度大，材料选择、印制层堆叠、异常热处理以及路径布局等痛点因素进行技术创新与科技进步，创新“5G 光模块 PCB 超薄覆铜光辅压合工艺”“5G 光模块 PCB 激光精刻共形阻控技术”“5G 光模块 PCB 智控真空负压蚀刻技术”，各项性能对比国外同类产品更加优异，打破国外进口，形成“国内自供，产品外销”的发展道路。

本项目技术主要应用在益阳市明正宏电子有限公司，应用单位作为上市后备企业资源库入库企业、国家级专精特新小巨人企业、湖南省制造业单项冠军企业，在 5G 光模块 PCB 板行业内具有较高的知名度与话语权，公司年营业收入已达 7.5 亿元以上，销售范围包括华南、华东地区以及日韩、欧美地区，并已获取国家级绿色工厂、知识产权优势企业；湖南省先进级智能工厂、两化融合管理体系贯标标杆企业等资质荣誉。

本项目基于公司湖南省工程技术研究中心、企业技术中心创新平台，相关技术已应用在包括 5G 通信、汽车电子、通讯、医疗（病毒检测、体温测试）消费类电子线路板等系列产品，据市场部统计：在 2021-2023 自然年内，新增累计销售 15.77 亿元，新增利润 0.45 亿元。销售产品具体在安费诺、金信诺、信维通讯、联特等知名通讯企业应用，具有很好的经济和社会效益，应用效果显著。

本项目具体应用效果如下表。

主要应用单位情况

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
益阳市明正宏电子有限公司	全面应用：5G 光模块 PCB 覆铜光辅压合及真空蚀刻全数字化管控技术，制定超薄覆铜光辅压合工艺，搭建智能抗阻联动系统。	2018 年 1 月-2023 年 12 月	胡珊珊 /18373706947	本单位应用了项目技术后构建了全数字化动态处理体系。使产品各项指标达到国内领先水平，整体技术水平达到国际先进水平，产品已经涉及 5G 通信、汽车电子、通讯、医疗领域，并与安费诺、金信诺、信维通讯、联特等知名企业建立战略合作，在在 2021-2023 自然年内，新增累计销售 15.77 亿元，新增利润 0.45 亿元。



六、主要知识产权和标准规范等目录 (不超过 10 件)

知识产权 (标准) 类别	知识产权 (标准) 具 体名称	国家 (地区)	授权号 (标准 编号)	授权 (标准 发布) 日期	证书编号 (标准批 准发布部 门)	权利人 (标准 起草单 位)	发明人 (标准 起草人)	发明专 利 (标 准) 有效 状态
发明专 利	一种具有 自动清洁 功能的高 频高速 PCB 打磨 装置	中国	ZL20 22100 89963 .8	2022.7 .22	第 5329954 号	益阳市 明正宏 电子有 限公司	徐正 武; 祝 文华; 邬家 康; 胡 珊珊; 袁国 东; 郭 胜涛	授权
发明专 利	一种基于 5G 光模块 PCB 的快 速压合装 置	中国	ZL20 22100 86685 .0	2022.8 .16	第 5385077 号	益阳市 明正宏 电子有 限公司	陈明 灿; 祝 文华; 邬家 康; 袁 国东; 龙德 清; 郭 胜涛	授权
发明专 利	一种高频 高速 PCB 覆铜箔层 压用压板	中国	ZL20 22100 92433 .9	2022.1 1.15	第 5585790 号	益阳市 明正宏 电子有 限公司	吴道 新; 陈 明灿; 袁国 东; 李 显刚; 祝文 华; 邬 家康	授权
发明专 利	一种 PCB 电路板生	中国	ZL20 22117	2023.7 .18	第 6155378	益阳市 明正宏	徐正 武; 陈	授权



	产运输装置		28836.4		号	电子有 限公司	泽和; 郭家 康; 袁 国东	
实用新型专利	一种线路板压合装置	中国	ZL202023017429.1	2021.8.10	第13906702号	益阳市明正宏电子有限公司	郭胜涛; 祝文贵; 陈泽和	授权
发明专利	一种用于高频高速PCB的表面处理装置	中国	ZL202210092431.X	2022.9.9	第5445376号	益阳市明正宏电子有限公司	吴道新; 陈泽和; 龙德清; 徐正武; 祝文华; 郭家康	授权
发明专利	一种PCB板裁切去毛边设备	中国	ZL202211726712.2	2023.1.28	第6518481号	益阳市明正宏电子有限公司	陈泽和; 杨明; 郭家康	授权
实用新型专利	一种DNA电化学芯片加工用LDI激光成像装置	中国	ZL202022553525.1	2021.7.13	第13667677号	益阳市明正宏电子有限公司	祝文华; 徐正武; 陈明灿; 郭胜涛; 黄扬波; 郭家康	授权
实用新型专利	一种DNA电化学芯片加工用真空蚀刻装置	中国	ZL202022553544.4	2021.6.29	第13539821号	益阳市明正宏电子有限公司	祝文华; 徐正武; 陈明灿; 郭	授权



							胜涛; 黄扬 波; 邬 家康	
实用新 型专利	一种 PCB 板冷却翻 板机	中国	ZL20 23214 65509 .4	2023.1 1.28	第 2008736 1 号	益阳市 明正宏 电子有 限公司	陈明 灿; 陈 泽和; 李显 刚; 袁 国东	授权

七、主要完成人情况



姓名	排名	职务	职务职称	工作单位	主要完成单位	对本项目的贡献
祝文华	1	总工程师	无	益阳市明正宏电子有限公司	益阳市明正宏电子有限公司	通过对 创新点1 中的石墨烯孔铜箔选材体系、快速光辅助压合技术进行了科技创新，攻关了石墨烯孔金属化、激光压辅预热与智能物联加工技术，使产品满足 100×100mm 大尺寸芯片应用要求。通过对 创新点2 中的 LDI 激光直接成像技术、闭域共形阻抗控制技术进行了科技创新，完成了磁吸快速定位、人机交互优化等设计，攻关了阻挡块密封与自清洁技术，使产品阻抗偏差可控制在±5%以内，提升生产效率 20%。通过对 创新点3 中的主动负压抽吸技术进行了科技创新，攻关了 DNA 电化学芯片真空蚀刻技术，使蚀刻因子提升至 4-5。
陈泽和	2	技术副总	无	益阳市明正宏电子有限公司	益阳市明正宏电子有限公司	通过对 创新点1 中的快速光辅助压合技术、超薄覆铜箔技术进行了科技创新，攻关了线路板层压效果差的技术难题，实现了超薄覆铜箔厚度突破 5 μm。通过对 创新点2 中的闭域共形阻抗控制技术进行了科技创新，攻关了双向同步打磨技术，促进打磨效率提升 100%，控制边缘粗糙度≤2 μm。通过对 创新点3 中的智能抗阻联动系统进行了科技创新，攻关了集成化系统设计与工程优化技术，实现独立电气流量监控。
郭胜涛	3	研发经理	无	益阳市明正宏电子有限公司	益阳市明正宏电子有限公司	通过对 创新点1 中的石墨烯孔铜箔选材体系、快速光辅助压合技术进行了科技创新，制定了石墨烯孔铜箔选材标准，提升了基材附着力。通过对 创新点2 中的 LDI 激光直接成像技术进行了科技创新，主导 LDI 激光成像有效运用，实现影像精细化转移。通过对 创新点3 中的主动负压抽吸技术进行了科技创新，制定了真空负压环境可控式方案，强制打破旧蚀刻液在板面的滞留。
徐正武	4	技术总监	工程师	益阳市明正宏电子有限公司	益阳市明正宏电子有限公司	通过对 创新点1 中的石墨烯孔铜箔选材体系、超薄覆铜箔技术进行了科技创新，开展了基材参数对比实验，制定了基材参数对比表，提升了覆铜工艺的布线密度。通过对 创新点2 中的 LDI 激光直接成像技术、闭域共形阻抗控制技术进行了科技创新，满足 LDI 激光成像的 μm 级定位需求，同时减少了电镀液外溢，废气回收率提升



						80%。通过对 创新点3 中的主动负压抽吸技术进行了科技创新，有效控制了蚀刻液流动与更新等影响蚀刻效果的可变因素。
李显刚	5	工艺经理	无	益阳市明正宏电子有限公司	益阳市明正宏电子有限公司	通过对 创新点1 中的快速光辅助压合技术进行了科技创新，开展了基材参数对比实验，除去基材表面的水分和其他挥发性物质。通过对 创新点3 中的智能抗阻联动系统进行了科技创新，有效控制了蚀刻液流动与更新等影响蚀刻效果的可变因素。
袁国东	6	工艺副经理	工程师	益阳市明正宏电子有限公司	益阳市明正宏电子有限公司	通过对 创新点1 中的石墨烯孔铜箔选材体系、快速光辅助压合技术、超薄覆铜箔技术进行了科技创新，开展了基材市场调研，确认各项基材优势，制定高频高速PCB工艺。通过对 创新点3 中的智能抗阻联动系统进行了科技创新，打造了蚀刻与抽吸功能同步集成模块，进一步加速了生产频率与效能。
邬家康	7	技术工程师	工程师	益阳市明正宏电子有限公司	益阳市明正宏电子有限公司	通过对 创新点1 中的石墨烯孔铜箔选材体系、快速光辅助压合技术、超薄覆铜箔技术进行了科技创新，引进了 μm 级覆铜箔加工设备，保障覆铜精度可视化、可调化。通过对 创新点2 中的LDI激光直接成像技术、闭域共形阻抗控制技术进行了科技创新，发明双向同步打磨技术，减少信号边缘散射损耗，阻抗波动降低30%。通过对 创新点3 中的主动负压抽吸技术进行了科技创新，引进DNA电化学芯片真空蚀刻装置，加速蚀刻液的交换速率。



八、主要完成单位情况

单位名称	益阳市明正宏电子有限公司		统一社会信用代码	914309000771972196	
排 名	1	法定代表人	祝文华	所 在 地	湖南、益阳市
单位性质	民营企业	传 真		邮政编码	413000
通讯地址	益阳市资阳区长春工业园				
联 系 人	胡珊珊	单位电话	0737-333128	移动电话	18373706947
电子邮箱	fd001@mzhpcb.cn				

对本项目科技创新和推广应用情况的贡献：（限 600 字）

作为项目唯一完成单位，益阳市明正宏电子有限公司负责项目研发团队的打造、创新平台的搭建、项目背景与市场调研、项目研发以及推广应用等工作。具体贡献如下：

1.完成了湖南省工程技术研究中心平台建设，承担了湖南省科技创新主体增量提质计划，确保了研究团队创新水平与科研所需软硬件支撑。

2.开展国内外 5G 光模块 PCB 板市场调研，确认下游行业需求，了解国内外同行企业技术标准，进行针对性的技术创新与研发工作。

3.开展了“5G 光模块 PCB 超薄覆铜光辅压合工艺”、“5G 光模块 PCB 激光精刻共形阻控技术”、“5G 光模块 PCB 智控真空负压蚀刻技术”等技术研制工作，成功搭建 5G 光模块 PCB 板全数字化动态处理体系。

4.强化市场拓建，与安费诺、金信诺、信维通讯、联特等知名企业建立战略合作，拓展应用本技术产品向华南、华东地区以及日韩、欧美地区等地区推广应用。

5.完成了相关技术的知识产权保护与认定，进行了自研技术的相关保护与维权工作。

九、主要完成人合作关系说明

主要完成人合作关系说明

本项目由益阳市明正宏电子有限公司独立研发，无其他单位参与研发。

本人作为项目负责人，在项目研究实施过程中，制定方案并组织各研发合作单位实施该技术的全部研发工作，全程参与了该技术的所有研发任务，在该技术研发中起着关键主导作用，是该技术研发的第一完成人；获得科研成果包括：4 项发明专利、2 项实用新型专利。

第一完成人祝文华与第三、四、七完成人郭胜涛、徐正武、邬家康在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种 DNA 电化学芯片加工用 LDI 激光成像装置（附件 1-8）、一种 DNA 电化学芯片加工用真空蚀刻装置（附件 1-9）；

第一完成人祝文华与第三、四、六、七完成人郭胜涛、徐正武、袁国东、邬家康在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种具有自动清洁功能的高频高速 PCB 打磨装置（附件 1-1）；

第一完成人祝文华与第三、六、七完成人郭胜涛、袁国东、邬家康在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种基于 5G 光模块 PCB 的快速压合装置（附件 1-2）；

第一完成人祝文华与第二、四、七完成人陈泽和、徐正武、邬家康在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种用于高频高速 PCB 的表面处理装置（附件 1-6）；

第一完成人祝文华与第五、六、七完成人李显刚、袁国东、邬家康在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种高频高速 PCB 覆铜箔层压用压板（附件 1-3）；

第二完成人陈泽和与第四、六、七完成人徐正武、袁国东、邬家康在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种 PCB 电路板生产运输装置（附件 1-4）；

第二完成人陈泽和与第七完成人邬家康在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种 PCB 板裁切去毛边设备（附件 1-7）；

第二完成人陈泽和与第三完成人郭胜涛在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种线路板压合装置（附件 1-5）。

第二完成人陈泽和与第五、六完成人李显刚、袁国东在 2018-2023 年期间以共同知识产权方式合作，合作成果包括：一种 PCB 板冷却翻板机（附件 1-10）。

完成人合作关系情况汇总表



序号	合作方式	合作者/ 项目排名	合作时间	合作成果	备注
1	共同知识产权	祝文华/1、郭胜涛/3、徐正武/4、邬家康/7	2018-2023	一种 DNA 电化学芯片加工用 LDI 激光成像装置、一种 DNA 电化学芯片加工用真空蚀刻装置	附件 1-8、附件 1-9
2	共同知识产权	祝文华/1、郭胜涛/3、徐正武/4、袁国东/6、邬家康/7	2018-2023	一种具有自动清洁功能的高频高速 PCB 打磨装置	附件 1-1
3	共同知识产权	祝文华/1、郭胜涛/3、袁国东/6、邬家康/7	2018-2023	一种基于 5G 光模块 PCB 的快速压合装置	附件 1-2
4	共同知识产权	祝文华/1、陈泽和/2、徐正武/4、邬家康/7	2018-2023	一种用于高频高速 PCB 的表面处理装置	附件 1-6
5	共同知识产权	祝文华/1、李显刚/5、袁国东/6、邬家康/7	2018-2023	一种高频高速 PCB 覆铜箔层压用压板	附件 1-3
6	共同知识产权	陈泽和/2、徐正武/4、袁国东/6、邬家康/7	2018-2023	一种 PCB 电路板生产运输装置	附件 1-4
7	共同知识产权	陈泽和/2、邬家康/7	2018-2023	一种 PCB 板裁切去毛边设备	附件 1-7
8	共同知识产权	陈泽和/2、郭胜涛/3	2018-2023	一种线路板压合装置	附件 1-5
9	共同知识产权	陈泽和/2、李显刚/5、袁国东/6	2018-2023	一种 PCB 板冷却翻板机	附件 1-10