

2026 年度陕西省技术发明奖公示信息

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------|----------------|------------------|------------------|----------------|-------------|------------|--------------|
| 项目名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |              | 高密度 PCB 缺陷检测技术 |                  |                  |                |             |            |              |
| 提名者                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |              | 陕西省知识产权局       |                  |                  |                |             |            |              |
| 提名意见                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |            |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
| <p>该项目面向高密度印制电路板缺陷检测的重大产业需求，开展了成像感知与智能识别技术攻关，取得系列重要创新和成果，主要包括：</p> <p>（1）突破感光电路时-空约束，设计了一款新型动态感光芯片，研制出了高精度融合成像系统，实现高分辨、大动态、高帧率成像。</p> <p>（2）突破高质量标注样本依赖约束，设计了元知识驱动的小样本泛化学习新方法，解决了缺陷样本稀疏、分布变化大的问题，提升了检测准确率。</p> <p>（3）面向多品类 PCB 的差异化检测需求，研发了柔性化智能检测系统平台，形成“通用+专用”知识协同的快速学习模式，缩短了模型部署时间。</p> <p>基于上述成果研发了高适应性 PCB 缺陷智能检测平台，实现了高密度电子电路部件缺陷检测装备的国产自主化，有效解决了高密度 PCB 表面缺陷弱小、检测识别难的问题。</p> <p>本单位认真审阅了项目提名书及附件材料，确认所提供的材料真实有效，内容符合填写要求，我单位和项目完成单位都已对该项目的基本情况进行了公示，公示期间无异议。</p> <p>提名该项目为陕西省技术发明奖一等奖。</p> |            |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
| 主要完成人情况                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
| 排名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 姓名         | 技术职称         | 工作单位           |                  |                  | 完成单位           |             |            |              |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 吴金建        | 教授           | 西安电子科技大学       |                  |                  | 西安电子科技大学       |             |            |              |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 石光明        | 教授           | 西安电子科技大学       |                  |                  | 西安电子科技大学       |             |            |              |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 马居坡        | 副教授          | 西安电子科技大学       |                  |                  | 西安电子科技大学       |             |            |              |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 李文科        | 无            | 深圳麦逊电子有限公司     |                  |                  | 深圳麦逊电子有限公司     |             |            |              |
| 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 李先锐        | 副教授          | 西安电子科技大学       |                  |                  | 西安电子科技大学       |             |            |              |
| 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 赵庆行        | 副教授          | 西安电子科技大学       |                  |                  | 西安电子科技大学       |             |            |              |
| 主要完成单位                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
| 排名                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 单位名称       |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 西安电子科技大学   |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 深圳麦逊电子有限公司 |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
| 主要知识产权和标准规范等目录                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |              |                |                  |                  |                |             |            |              |
| 序号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 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 |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 发明专利       | 基于动态视觉传感器的   | 中国             | ZL202011207554.0 | 2023 年 04 月 07 日 | 5864929        | 西安电子科技大学    | 吴金建；李汉标；   | 已授权          |

|      |          |                                       |    |                   |                  |                 |                     |                                     |     |
|------|----------|---------------------------------------|----|-------------------|------------------|-----------------|---------------------|-------------------------------------|-----|
|      |          | 一体化成像识别方法                             |    |                   |                  |                 |                     | 杜从洋;<br>石光明                         |     |
| 2    | 发明专利     | 双目相机系统和双目相机空间标定方法                     | 中国 | ZL202011593703.1  | 2023 年 08 月 01 日 | 6193382         | 西 安 电 子 科 技 大学      | 吴金建;<br>李汉标;<br>石光明                 | 已授权 |
| 3    | 发明专利     | 一种动态视觉传感器的地址事件流数据去噪方法                 | 中国 | ZL 201910045615.9 | 2021 年 05 月 04 日 | 4403718         | 西 安 电 子 科 技 大学      | 吴金建;<br>马传威;<br>石光明                 | 已授权 |
| 4    | 发明专利     | 种基于动态视觉传感器的缺陷检测方法和系统                  | 中国 | ZL202211728145.4  | 2025 年 09 月 09 日 | 8237368         | 西 安 电 子 科 技 大学      | 吴金建;<br>贾耀强;<br>马居坡;<br>石光明         | 已授权 |
| 5    | 发明专利     | 一种用于动态视觉传感器降噪的时空关联滤波器                 | 中国 | ZL202411212586.8  | 2025 年 09 月 30 日 | 8324170         | 西 安 电 子 科 技 大学      | 赵庆行;<br>王嘉琦;<br>姬怡希;<br>吴金建;<br>石光明 | 已授权 |
| 6    | 发明专利     | 采用分组处理的动态视觉传感器的像素电路                   | 中国 | ZL202011591624.7  | 2021 年 11 月 23 日 | 4808762         | 西 安 电 子 科 技 大学      | 李先锐;<br>支凡;石光明;夏璨璨;吴金建              | 已授权 |
| 7    | 发明专利     | 基于地址事件连通域的运动目标定位方法                    | 中国 | ZL202011501701.5  | 2023 年 03 月 21 日 | 5794525         | 西 安 电 子 科 技 大学      | 吴金建;<br>杜从洋;<br>李汉标;<br>石光明         | 已授权 |
| 8    | 发明专利     | 基于地址事件流特征的手势识别方法                      | 中国 | ZL201910043621.0  | 2021 年 01 月 05 日 | 4193007         | 西 安 电 子 科 技 大学      | 吴金建;<br>张姝;谢雪梅;石光明                  | 已授权 |
| 9    | 发明专利     | 地址事件驱动非结构化信号的实时目标跟踪方法                 | 中国 | ZL201910043642.2  | 2021 年 05 月 04 日 | 4403717         | 西 安 电 子 科 技 大学      | 吴金建;<br>张珂;石光明                      | 已授权 |
| 10   | 计算机软件著作权 | 麦逊电子 AVI 运控软件 [ 简 称 : AVIMotion] V1.0 | 中国 | 2022SR1019441     | 2022 年 8 月 4 日   | 软著登字第 9973640 号 | 深 圳 麦 逊 电 子 有 限 公 司 | 李文科;<br>刘志明                         |     |
| 客观评价 |          |                                       |    |                   |                  |                 |                     |                                     |     |

项目成果得到学界和产业界广泛关注，相关缺陷检测技术获广东省人工智能产业协会技术发明奖一等奖。典型评价如下：

- 1) 深圳长城开发精密技术有限公司评价：该系统具备高速、大动态及弱小缺陷成像能力，可实现高反光表面微米级缺陷自动检测。
- 2) 美国国家发明家科学院院士、IEEE Fellow Sam Kwong 教授评价课题组提出的知识表征方法可学习丰富的图像场景和图像缺陷类型。

### 项目简介

本项目针对高密度 PCB 表面缺陷弱小、成像困难、识别精度不足及检测系统部署周期长等问题，开展高精度成像、智能缺陷检测与柔性部署平台研究。主要发明点如下：

- 1、突破成像空-时约束，研制高精度超限成像系统：受生物视觉动态感知机制启发，设计基于能量差分的新型动态感光芯片；提出动静双模互融的高质量图像重构方法，研制高精度超限成像系统，实现高分辨、大动态、高帧率兼容成像。
- 2、突破高质量缺陷样本稀缺与分布偏移瓶颈，提出元知识驱动的缺陷检测方法：利用预训练生成模型中的细粒度知识进行缺陷数据增广，提升小样本弱小缺陷检测能力；提出基于 GRAM-KAN 的持续学习新范式，解决灾难性遗忘问题。
- 3、面向多品类 PCB 检测需求，研发高适应性智能质检平台：构建功能解耦、模块化组合及云边端协同架构，形成“通用+专用”知识快速学习模式；进而，结合发明点 1、2 所研制的高精度成像系统与缺陷检测新范式，研发了高适应性缺陷检测设备。

### 应用情况和效益

本项目技术成果已应用于高密度 PCB 缺陷检测，也可拓展至其他工业品缺陷检测、交通监控等领域。典型应用情况如下：

- 1) 深圳长城开发精密技术有限公司将相关技术应用于铝基片表面检测，实现高反光表面微米级弱小缺陷的快速自动检测，有效提升了检测效率和稳定性。
- 2) 商派湾聚图科技(深圳)有限公司将本项目技术应用于高密度电路板缺陷检测，有效解决了缺陷样本少的问题，提升了检测准确性和泛化性。

### 完成人合作关系说明

项目实施期间，各完成人围绕相关研究内容持续开展协同攻关，并形成了稳定的科研合作关系。第一完成人与第二完成人共同申请专利（知识产权 1—9），与第三完成人共同申请专利（知识产权 4），与第五完成人共同申请专利（知识产权 6），与第六完成人共同申请专利（知识产权 5）。

除上述 9 项主要知识产权成果外，各完成人还围绕本项目相关研究长期开展科研协作。其中，第一、二、三、四、六完成人共同参与国家重点研发计划项目“高密度集成电子电路部件缺陷视觉检测的数学方法与智能系统”，进一步形成了紧密、持续的合作基础。