

## 附件3

# 2024年度福建省科学技术奖 提名项目（人选）公示内容

**项目名称：**超轻高弹运动鞋数字化设计与制造关键技术及产业化

**提名奖种：**科技进步奖

**提名单位：**三明市科技局

### 项目简介：

中国是全球最大的鞋类制造生产国家，鞋类制造产业在我国的国民经济发展中占有重要的地位。但由于我国制鞋工业存在设计难、制造难、检测难三大难题，多年来众多工厂普遍为人海战术，近年来人口红利逐渐消失，劳动力成本不断增加，国际鞋类制造产业正加速向东南亚国家转移，过渡依赖人工给中国制鞋产业带来了巨大的企业外流挑战。因此，通过智能制造转型升级推动传统鞋类制造发展刻不容缓！

项目组在福建省科技项目的支持下，经过8年科技攻关，通过基于运动人因工效学的超轻高弹超舒适运动鞋优化设计研究、超轻高弹超舒适运动鞋数字化制造技术及装备研发、超轻高弹超舒适运动鞋鞋底鞋面智能化检测系统研发，攻克了我国运动鞋制造数字化设计难、制造难、检测难的瓶颈问题，引领我国制鞋业的发展。

#### 1. 基于运动人因工效学的超轻高弹超舒适运动鞋优化设计。

揭示了跑、跳、蹲、蹦运动状态下足部受力与鞋底受力互为影响规律，优化设计出超舒适高减震鞋底新结构；探明了鞋底材料“爆米花”微观结构和大小分布对鞋底密度、回弹力及韧性影响规律，优化设计出超轻高弹鞋底新材料；明晰了基于运动人因工效学的足部受力和鞋底鞋楦耦合关系规律，优化设计出基于人体生理功能学的超舒适鞋楦。最终研发出超轻高弹超舒适运动鞋，同型号普通运动鞋回弹能力由43%提

高71%，重量由750克降低到450克。

## 2. 超轻高弹超舒适运动鞋数字化制造技术及装备研发。

提出一种基于线结构光的单目3D视觉测量和工业机器人视觉控制策略，研发出智能化柔性制鞋喷胶机器人；提出基于Bezier曲线拟合的轮廓点校正控制策略，研发出智能化鞋底打磨机器人；提出基于轮廓斜率的机器人末端执行器姿态控制策略，研发出智能化鞋面补强机械人，实现了喷胶、鞋底打磨、鞋面补强智能化控制。喷胶机器人重复定位精度 $\pm 0.04\text{mm}$ ，单只鞋喷胶时间降低到6.73s。

## 3. 超轻高弹超舒适运动鞋鞋底鞋面智能化检测系统研发。

提出一种双层图网络实现表面缺陷图像数据建模方法，研发出基于深度学习的超轻高弹超舒适运动鞋鞋面智能化检测系统；提出融合压缩与激励的GoogLeNet模型的鞋底云检测算法，研发出超轻高弹超舒适运动鞋鞋底智能化检测系统。鞋底缺陷检测准确率达到95.4%，鞋面缺陷检测准确率达到96.5%。

项目成果应用于三六一度（中国）有限公司、泉州隆锦科技有限公司、泉州市力踏鞋服科技有限公司等企业，项目产品近三年为企业新增产值336888.4万元，新增利税56862万，年节约成本3941万元；获国家发明专利授权12项、实用新型专利18项，发表论文17篇，其中SCI论文10篇，经中国科学院上海科技查新咨询中心查新，该项目所研发的技术国内外未见报道。经中国工程院院士清华大学王玉明教授为组长的专家评审委员会评审，专家组一致认为该项目技术总体上达到国际先进水平。

### 主要完成单位：

(1) 三明学院，(2) 三六一度（中国）有限公司，(3) 泉州装备制造研究所

### 主要完成人及其贡献：

- (1) 张英，超轻高弹超舒适运动鞋优化设计研究与成果整合；
- (2) 刘阳，超轻高弹超舒适运动鞋优化设计研究；
- (3) 魏书涛，超轻高弹超舒适运动鞋鞋底鞋面智能化检测系统研发与应用；
- (4) 李俊，超轻高弹超舒适运动鞋数字化制造技术及装备研发、成果应用转化；

- (5) 林金攀, 超轻高弹超舒适运动鞋优化设计与成果应用转化;
- (6) 戴惠恋, 超轻高弹超舒适运动鞋优化设计与成果应用转化;
- (7) 邵严昊, 超轻高弹超舒适运动鞋优化设计研究;
- (8) 谢银辉, 超轻高弹超舒适运动鞋鞋底鞋面智能化检测系统研发与应用;
- (9) 章晓达, 超轻高弹超舒适运动鞋数字化制造技术及装备研发。

### 主要知识产权目录:

- (1) 发明专利、一种提高鞋类穿着舒适性的内里制版方法、ZL 2020 1 1062291. 9、1: 三明学院、1: 张英, 2: 郭凯龙, 3: 邱国鹏, 4: 信玉峰
- (2) 发明专利、尺寸可调的鞋类加工维修用支撑架、ZL 2018 1 0861554. 9、1: 三明学院, 2: 福建泉润建设工程有限公司, 3: 福建华航建设集团有限公司、1: 章晓达
- (3) 发明专利、一种基于梯度多阈值优化缺陷检测方法、ZL 2015 1 0349332. 5、1: 泉州装备制造研究所、1: 李俊, 2: 高银
- (4) 发明专利、一种鞋面喷胶轨迹线的计算方法、ZL2015 1 0165369. 2、1: 泉州装备制造研究所、1: 李俊, 2: 曾辉雄
- (5) 发明专利、一种基于姿态控制的鞋底喷胶路径的规划方法、ZL 2016 1 0217580. 9、1: 泉州装备制造研究所、1: 李俊, 2: 谢银辉
- (6) 发明专利、一种基于多聚焦融合的单幅图像的复原方法、ZL 2017 1 1294667. 7、1: 泉州装备制造研究所、1: 李俊, 2: 高银
- (7) 发明专利、螺杆式气泵结构及气垫鞋、ZL 2017 1 0414974. 8、1: 三六一度(中国)有限公司, 2: 三六一度(福建)体育用品有限公司、1: 魏书涛, 2: 吴金攀, 3: 鄢勇, 4: 彭达武
- (8) 发明专利、一种高回弹鞋底材料及其制备方法、鞋、ZL 2022 1 0265982. 1、1: 三六一度(中国)有限公司, 2: 三六一度(福建)体育用品有限公司、1: 林金攀, 2: 郑建山
- (9) 发明专利、一种超轻耐磨鞋底材料及其制备方法、鞋、ZL 2022 1 0264439. X、1: 三六一度(中国)有限公司, 2: 三六一度(福建)体育用品有限公司、1: 林金攀, 2: 郑建山

### 代表性论文专著目录:

- (1) Proceedings of the 35th Chinese Control Conference Path、Planning

Based on Robot Posture Control in Spraying、6098-6102、2016/7/27、1/Yinhui Xie,2/Jun Li;

(2) Journal of Visual Communication and Image Representation、Single fog image restoration with multi-focus image fusion、55(2018)586-595、2018/7/11、1/Yin Gao,2/Yijing Su,3/Qiming Li,4/Jun Li;

(3) Image and Vision Computing、Single image dehazing via a dual-fusion method、94(2020)103868、2019/12/14、1/Yin Gao,2/Qiming Li,3/Jun Li;

(4) Information Sciences、Information fusion on the two-layer network for robust estimation of multiple geometric structures、530(2020)148 - 166、2020/4/28、1/Qiming Li,2/Xiaodong Lan,3/Jun Li;

(5) 激光与光电子学进展、基于边限制制的自适应双边滤波单幅图像去雾算法、2020,57(24):339-345、2020/7/15、1/胡薇,2/高银