

陕西省科学技术进步奖提名书

(2025年度)

一、项目基本情况

项目名称	“核酸-蛋白-细胞”多尺度肿瘤高灵敏检测关键技术及应用
主要完成人	李菲，李泽东，游民黎，庄健，胡杰，牛纪成，李晓光，杨谨，周彦，林敏
主要完成单位	西安交通大学，苏州缔因安生物科技有限公司，西北工业大学

二、提名意见（适用于部门、机构提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖及以上 <input type="checkbox"/> 三等奖及以上
<p>提名意见：</p> <p>该项目从核酸、蛋白和细胞多尺度肿瘤检测方法和技术方面实现了多项原创性突破，在检测性能、检测能力以及系统集成等方面达到领域先进水平。部分核心成果开展了临床实验和产业转化，形成系列自主知识产权的技术和仪器，并应用于多家三甲医院、国内知名高校和体外诊断企业。项目整体技术创新性突出，经济社会效益和民生改善贡献显著，具有示范和引领作用。</p> <p>推荐材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术进步奖推荐条件，同意推荐申报陕西省科学技术进步奖。</p> <p>说明：省科学技术奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“仅提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖及以上”的评审落选项目不再降格参评三等奖。提名项目正式提交后，提名等级建议本年度不得变更。</p>			

二、提名意见（适用于专家提名）

姓 名			
专家类型	<input type="checkbox"/> 国家最高科学技术奖获得者 <input type="checkbox"/> 中国科学院院士 <input type="checkbox"/> 中国工程院院士 <input type="checkbox"/> 国家科学技术奖获奖项目第一完成人（需注明获奖等次） <input type="checkbox"/> 省最高科学技术奖获奖人（或 xxxx 年省科学技术最高成就奖、xxxx 年基础研究重大贡献奖获奖人） <input type="checkbox"/> Xxxx 年省科学技术奖第一完成人（需注明获奖等次）	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖及以上 <input type="checkbox"/> 三等奖及以上
责任专家	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
提名意见：			
<p>说明：省科学技术奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“仅提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖及以上”的评审落选项目不再降格参评三等奖。提名项目正式提交后，提名等级建议本年度不得变更。</p>			

三、项目简介

癌症是全球最主要的公众健康问题之一和头号致死疾病，其高发病率和致死率对全球公共卫生构成严峻挑战。因此，早期诊断和个性化治疗被公认为改善肿瘤诊疗效果的关键。在癌症早期演进与治疗过程中，常伴随多种分子标志物（如核酸、蛋白）及肿瘤细胞特性多参数的变化。从核酸、蛋白和细胞多尺度出发，对肿瘤分子标志物与肿瘤细胞特性多参数进行系统研究，成为癌症早期诊断和个性化治疗的关键所在。然而，现有检测技术存在多重分析能力不足、痕量检测稳定性差、集成化程度低以及表征参数单一等问题，难以满足临床对分子标志物和细胞特性多参数高灵敏同步检测的需求。

因此，在核酸、蛋白、细胞多尺度，发展肿瘤分子标志物和肿瘤细胞特性的高灵敏和多参数检测新技术与新仪器，并实现其在临床检测等的应用，对于肿瘤早期诊断和个性化治疗具有重要意义。本项目历时十余年，遵循“**关键方法和技术建立—精准检测和表征仪器研发—临床肿瘤检测与药筛应用**”的系统性学术思路，通过分析化学、生物学工程、机械工程、材料学和肿瘤学等多学科交叉合作，从“**核酸—蛋白—细胞**”多尺度系统开展了肿瘤分子标志物与肿瘤细胞特性多参数的技术研发与应用研究：发展了肿瘤分子标志物高灵敏检测和肿瘤细胞特性多参数检测新方法；研制了肿瘤分子标志物微流控检测仪器和肿瘤细胞特性多参数原位表征光电显微成像系统；实现了对乳腺癌、肺癌、结直肠癌、肝癌等早期诊断和药物筛选的初步应用。主要发现、发明及创新点包括：

1. 发展了肿瘤分子标志物高灵敏检测和肿瘤细胞特性多参数检测新方法，实现了肿瘤分子标志物的高灵敏、高通量检测和肿瘤细胞微环境模型构建

发展了金纳米颗粒辅助的纳米局域 PCR 技术和基于深度学习的相近色分析方法，显著提升了肿瘤核酸分子标志物的扩增效率 and 多重检测能力，实现了对肿瘤耐药基因和单碱基突变的高特异性多重检测；开发了三维纸基等电聚焦蛋白富集方法，在复杂生理样本中实现了蛋白标志物的高效提取与高灵敏检测；基于新型功能水凝胶材料、微流控液滴芯片及微/纳米电极探针，发展了体外肿瘤细胞微环境新模型和细胞特性多参数原位表征新工具。

2. 研制了肿瘤分子标志物微流控检测仪器和肿瘤细胞特性多参数原位表征光电显微成像系统，实现了肿瘤分子标志物的精准检测和肿瘤细胞多参数的同时原位表征

研制了新型液滴数字化核酸分析仪，实现了“样本进-结果出”的集成化肿瘤分子标志物精准检测；研制了小型等电聚焦蛋白提取装置以及多通道纸基碟式芯片和配套分析仪器，实现了对 6 种不同目标物的同时定量检测，为多重肿瘤标志物检测提供了高效实用解决方案；研制了含扫描电化学显微镜、扫描离子电导显微镜、荧光显微镜三功能一体的新型细胞原位光电化学显微成像系统，开发了多种扫描模式和控制程序，填补了国际上肿瘤细胞特性多参数同时原位表征技术的空白，减少了

对国外细胞分析仪器的依赖性。

3. 应用研制的肿瘤分子标志物微流控检测仪器和肿瘤细胞特性多参数原位表征光电显微成像系统，实现了对乳腺癌、肺癌、结直肠癌、肝癌诊断和药物筛选的初步应用

应用开发的高灵敏检测技术和数字化核酸分析仪，实现了乳腺癌 4 个等位基因甲基化水平和非小细胞肺癌 5 个耐药基因突变的定量检测，阳性样本检出率是传统检测方法的 2 倍，为相关癌症的早期诊断和伴随诊断提供了重要参考；应用开发的液滴数字 PCR 平台，完成了在多家三甲医院超过 600 例结直肠癌粪便样本的临床验证，结果表明其在灵敏度、准确性和重复性方面均符合预期，展现了良好的临床适用性与可靠性；应用开发的纸基和液体橡皮泥等电聚焦装置以及人工智能比色层析试纸分析装置，实现了临床血液和尿液样本中肿瘤蛋白标志物的快速分离、富集与定量检测；应用搭建的细胞原位光电显微成像系统，实现了对乳腺癌和肝癌细胞特性多参数的原位定量表征，获得了细胞形态和生化特性多参数信息，为研究癌症发生发展机制和发展新型治疗药物提供了参考。

本项目在包括国家基金委面上和青年项目、陕西省国际合作项目等国家和省部级项目资助下，项目成果授权中国专利 33 项（其中发明专利 29 项，实用新型 4 项，企业转让 8 项），软件著作权 3 项，支撑获批了国家医学攻关产教融合创新平台、基金委重大科研仪器研制项目等。参编中英文专著 6 本，在 *Nat. Commun.*、*Chem. Sci.*（3 篇）、*Anal. Chem.*（10 篇）、*Biosens. Bioelectron.*（2 篇）、*Lab Chip*（2 篇）等国际知名期刊上发表论文 79 篇（其中 SCI 论文 71 篇（中科院 1 区论文 30 篇），中文期刊论文 8 篇，期刊封面论文 7 篇，ESI 高被引论文 7 篇，影响因子>10 论文 12 篇）。7 篇代表性论文总影响因子 53.29，论文期刊最高影响因子 15.7，单篇平均影响因子 7.61，期刊封面论文 2 篇。成果被 *Nat. Biotechnol.*、*Chem. Rev.*、*Adv. Mater.* 等国际顶级期刊引用和评价，以及国内外知名学术媒体（如英国 New Scientist、RSC 英国皇家化学会）和新闻媒体（陕西新闻联播、湖南卫视、科学中国人、仪器信息网、陕西青年网、西安日报）报道。成果完成人获基金委优秀青年科学基金项目、2023 年度全球前 2% 顶尖科学家、高层次留学人才回国资助人选、陕西省杰出青年、陕西省五一巾帼标兵、陕西五四青年奖章、陕西省职工创新创业优秀人物、第六届中国侨界贡献奖、陕西省科学技术奖二等和三等奖等。研制的集成化液滴数字 PCR 仪器与商洛市科技局等签署了落地转化协议，支撑企业在液滴生成、核酸提取以及配套采样、提取纯化试剂盒等方向获医疗器械备案证 6 项；研发的微流控上转换免疫层析即时检测装置在牙周炎分级诊断、新型病原体检测、心血管标志物检测等临床领域得到成功应用，支撑企业获批医疗器械注册证 4 项；研制的细胞原位光电显微成像系统被南京大学、北京大学等国内知名高校科研院所用于科研中，以及被西安交通大学第一、二附属医院、唐都医院等用于临床问题出发肿瘤细胞研究中，并与美国哈佛仪器公司合作在西安交大成立了美国哈佛仪器公司亚太区首个联合实验

室。

四、客观评价

本项目 10 项知识产权中的 7 篇代表性论文总影响因子 53.29, 论文期刊最高影响因子 15.7, 单篇平均影响因子 7.61, SCI 引用 115 次, 单篇最高 SCI 引用 22 次, 期刊封面论文 2 篇。项目成果得到包括国内外院士在内的同行高度认可, 被来自美国、英国、德国、日本、中国等 20 余个国家和 80 余个科研单位的科研工作者广泛引用, 引用论文分布在 *Nat. Biotechnol.*、*Nat. Rev. Bioeng.*、*Chem. Rev.*、*Adv. Mater.* 等国际高影响力期刊 (附件材料: 3 项代表性专利, 7 篇代表性论文), 并被国内外知名学术媒体 (如英国 New Scientist、RSC 英国皇家化学会、X-MOL 等) 和新闻媒体 (陕西新闻联播、湖南卫视、科学中国人、陕西青年网、西安日报等) 报道 (附件材料: 其他证明)。

针对 7 篇代表性论文的代表性引文和评价如下 (创新点 1: 代表性论文 1、2、3; 创新点 2: 代表性论文 4、5; 创新点 3: 代表性论文 6、7):

代表性论文 1: 中国科学院院士、清华大学李景虹教授发表在 *Lab on a Chip* 上文章引用并评价道: “曹等人通过训练视觉变换器模型, 使用单个荧光通道分析多路数字 PCR 数据集中的相似颜色, 实现了 98% 的准确率” (代表性引文 1)。

代表性论文 2 (封面论文): 韩国高丽大学 Dae Sung Yoon 教授发表在 *Biosensors and Bioelectronics* 上文章引用并评价道: “如果我们能在纸质材料上实现无动力预富集, 这种预富集就能在纸基微流控和检测系统中得到广泛应用” (代表性引文 2), 并被学术媒体 X-MOL 报道。

代表性论文 3: 中国科学院院士、美国国家工程院外籍院士、北京航空航天大学江雷教授发表在 *Advanced Materials* 上文章引用并评价道: “高能激光造成的能量损失和液体挥发也成为应用的难题之一” (代表性引文 3), 并被英国 New Scientist、陕西新闻联播、湖南卫视、西安日报等广泛报道。

代表性论文 4: 美国波士顿大学 Douglas Densmore 教授发表在 *Nature Biotechnology* 期刊上文章中评价道: “这一类别涉及在微流体装置中使用光学技术分析混合工程生物系统”; “这些论文描述的系统在集成水平、成本、可行性和精度方面存在差异, 具体取决于它们的预期用例、采用的技术和性能特征” (代表性引文 4)。

代表性论文 5: 国际著名扫描探针显微镜专家、美国德克萨斯 A&M 大学 Lane Baker 教授发表在 *Chemical Reviews* 上文章引用并评价道: “渐进缩回扫描(ARS)模式将渐进过程进一步划分为两个部分: 由离子电流大小变化控制的粗接近区域和细接近区域” (代表性引文 5)。

代表性论文 6 (封面论文): 瑞士工程科学院院士、美国国家工程院外籍院士、瑞士苏黎世联邦理工学院 Martin Fussenegger 教授发表在 *Nature Reviews Bioengineering* 上的文章引用并评价道: “整合多个调控水平可最大限度减少泄漏,

同时对最大表达水平的影响最小”（代表性引文 6），并被陕西青年网报道。

代表性论文 7：南方医科大学崔力教授发表在 *Cell Death & Disease* 上的文章引用并评价道：“细胞外基质刚度的升高增强了细胞膜上多药耐药蛋白 1 的活性，增加了其从癌细胞中排出药物的能力，导致化疗耐药性”（代表性引文 7），并被 RSC 英国皇家化学学会报道。

五、应用情况

1. 应用情况（限 2 页）

本项目在成果应用和转化方面的情况如下：

(1) 样本预处理及分析仪器的应用情况

本项目自主研发的样本预处理装置，包括超声核酸提取仪和超声破碎仪。提取仪能够在 30 分钟内完成痰液、粪便、血液等复杂样本的快速核酸提取，目前已获得医疗器械注册证 1 项；超声破碎仪可快速实现细胞破碎、样本均质、核酸释放等功能。两款仪器在市场推广方面已取得显著成效，合作销售方包括迪安诊断、圣湘生物、伯杰医疗等知名体外诊断企业，累计交付近 100 台（套），实现了临床实验室效率高、质量好的样本处理，极大方便了下游分子检测和应用。

本项目开发的液滴数字 PCR 平台已在西安交通大学第二附属医院和上海市第一人民医院完成超过 600 例结直肠癌粪便样本的验证。验证结果显示，系统在灵敏度、准确性及重复性方面均符合预期，展现了良好的临床适用性和可靠性。此外，研发的新一代集成化数字 PCR 仪器项目获“2023 年秦创原·沣东杯陕西省科技工作者创新创业大赛二等奖”，并与商洛市科技局签署了项目落地转化协议，同时与西安市纺织城开发建设有限公司建立战略合作框架协议。

本项目支撑获批了 2 项陕西省重点研发项目（高校联合重点项目及“四链融合”项目），承担的“恶性肿瘤新型精准诊断技术”项目获批国家医学攻关产教融合创新平台建设项目。这些进展不仅推动了集成化高端数字 PCR 仪器的国产化进程，也为临床肿瘤核酸高灵敏检测提供了高效、可推广的技术支撑，体现了本项目在核酸检测仪器研发与产业化领域的核心竞争力。

(2) 蛋白检测装置的应用情况

本项目自主研发了基于毛笔吸液原理的蛋白提取采样刷，能够实现蛋白标志物的快速、高回收率的提取。该产品已在苏州缔因安生物科技有限公司实现批量化制备，并正在西安交通大学附属口腔医院进行单中心临床试验，产品显著提升了样本处理效率与检测灵敏度，患者反馈良好。同时，开发了上转换荧光颗粒的侧流免疫层析检测试剂盒以及配套的定量分析仪器，可对临床重要蛋白标志物如 MMP-8、IL-1 β 和 TNF- α 进行高灵敏、定量检测。该系列产品获批 4 项医疗器械注册证，实现从样本采集到定量检测的完整技术链条。

本项目紧密结合陕西省生物医药重点产业链发展方向，获得陕西省“三项改革”科技成果转化项目资助，推动了技术的初步研发、样本验证与临床应用，形成了从核心技术研发到成果落地的完整链条，为蛋白相关标志物的快速检测提供了可靠、可推广的技术支撑。此外，成果完成人与西安交大口腔医院联合获批基金委国际（地区）合作与交流重点项目，培养的研究生获批国家自然科学基金青年学生基础研究

项目。

(3) 细胞原位光电显微成像系统的应用情况

团队自主研制的细胞原位光电显微成像系统被南京大学、北京大学等国内知名高校科研院所用于基础科研中，并被西安交通大学第一、二附属医院、唐都医院等肿瘤内科、肝胆科、胰腺科等科室用于临床问题出发的肿瘤细胞研究中，为阐明重大疾病相关细胞微环境对肿瘤细胞功能的影响和调控提供了重要参考。成果第一完成人作为主要参与人的“微纳界面光电化学扫描显微镜系统的研制与应用”项目获批国家自然科学基金委重大科研仪器研制项目；世界著名细胞电生理仪器公司—美国哈佛仪器公司与申请团队在细胞电化学仪器研发方面开展合作，在西安交大成立了哈佛仪器公司亚太区首个联合实验室。

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种增强试纸检测信号的方法	中国	ZL201310162468.6	2015年8月5日	1748871	西安交通大学	徐峰, 胡杰, 王书崎, 卢天健, 王琳
2	发明专利	一种基于移动终端的上转换荧光层析试纸检测结果读取装置	中国	ZL201610338719.5	2019年8月23日	3502039	西安交通大学	徐峰, 游民黎, 林敏, 凌凯
3	发明专利	一种液滴型扫描离子电导显微镜及其探针和扫描方法	中国	ZL201811033309.5	2020年3月17日	3721805	西安交通大学	庄健, 王志武, 程磊
4	论文	Similar color analysis based on deep learning (SCAD) for multiplex digital PCR via a single fluorescent channel	英国	2022, 22(20): 3837-3847	2022年10月11日	LAB ON A CHIP	西安交通大学	Chaoyu Cao, Minli You, Haoyang Tong, Zhenrui Xue, Chang Liu, Wanghong He, Ping Peng, Chunyan Yao, Ang Li, Xiayu Xu, Feng Xu
5	论文	A three-dimensional paper-based isoelectric focusing device for direct analysis of proteins in physiological samples	美国	2021, 93(8): 3959-3967	2021年3月2日	ANALYTICAL CHEMISTRY	西安交通大学	Jicheng Niu, Zhihui Bao, Zining Wei, Jasmine Xinze Li, Bin Gao, Xiaofan Jiang, Fei Li
6	论文	Machining water through laser cutting of nanoparticle-encased water pancakes	英国	2023, 14(1): 3853	2023年6月29日	NATURE COMMUNICATIONS	西安交通大学	Jicheng Niu, Wenjing Liu, Jasmine Xinze Li, Xianglong Pang, Yulin Liu, Chao Zhang, Keyang Yue, Yulin Zhou,

								Feng Xu, Xiaoguang Li, Fei Li
7	论文	A three-in-one microfluidic droplet digital PCR platform for absolute quantitative analysis of DNA	英国	2023, 23(11): 2521-2530	2023 年 5 月 30 日	LAB ON A CHIP	西安交通大学	Yulin Ren, Jingcheng Ji, Haoqing Zhang, Lei Cao, Jie Hu, Feng Xu, Zedong Li
8	论文	A continuous control mode with improved imaging rate for scanning ion conductance microscope (SICM)	荷兰	2018, 190: 66-76	2018 年 7 月	ULTRAMICR OSCOPY	西安交通大学	Jian Zhuang, Yangbohan Jiao, Zeqing Li, Jinxi n Lang, Fei Li
9	论文	Synthetic gene circuit-based assay with multilevel switch enables background-free and absolute quantification of circulating tumor DNA	中国	2023, 6: 0217	2023 年 10 月 2 日	RESEARCH	西安交通大学	Chao Zhang, Zedong Li, Jie Liu, Chang Liu, Haoqing Zhang, Won Gu Lee, Chunyan Yao, Hui Guo, Feng Xu
10	论文	In situ monitoring of functional activity of extracellular matrix stiffness-dependent multidrug resistance protein 1 using scanning electrochemical microscopy	英国	2022, 13(35): 10349- 10360	2022 年 9 月 14 日	CHEMICAL SCIENCE	西安交通大学	Shuake Kuermanbayi, Yaowei Yang, Yuxiang Zhao, Yabei Li, Le Wang, Jin Yang, Yan Zhou, Feng Xu, Fei Li

七、主要完成人情况表

姓 名	李菲	排 名	1
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 发展了纸基等电聚焦蛋白检测装置，实现了疾病相关复杂生理样本中蛋白标志物的高效提取与高灵敏检测（知识产权成果 5）；提出了激光切割疏水颗粒包裹水的“激光切水”方法，实现了肿瘤细胞培养和药物筛选的新型“水芯片”制备（知识产权成果 6）；研制了新型细胞原位光电显微成像系统，发展了连续控制模式和高速扫描功能（知识产权成果 8）；应用细胞原位光电显微成像系统实现了水凝胶基细胞微环境模型和乳腺癌细胞氧化还原水平和多药耐药蛋白功能活性的原位表征，为研究细胞微环境特性和乳腺癌耐药机制提供了参考（知识产权成果 10）。			

姓 名	李泽东	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 发展了集成液滴生成、核酸扩增和信号分析一体的液滴数字化核酸分析仪，实现了“样本进-结果出”的集成化肿瘤核酸标志物精准检测（知识产权成果 7）；开发了高灵敏、无背景数字化核酸分析技术，实现了肺癌循环肿瘤 DNA 的无背景、高灵敏检测（知识产权成果 9）。			

姓 名	游民黎	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>研制了基于纸基的免疫即时检测平台，实现了其在疾病检测中的应用（知识产权成果 2）；开发了基于深度学习的相似颜色分析方法，在单一荧光通道中实现高准确率的多重数字 PCR 检测（知识产权成果 4）。</p>			

姓 名	庄健	排 名	4
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>发展了细胞原位光电显微成像系统的连续控制模式和高速扫描功能（知识产权成果 3）；开发了离子电导显微镜探针和扫描方法，实现了细胞特性多参数的快速扫描（知识产权成果 8）。</p>			

姓 名	胡杰	排 名	5
行政职务	首席技术官		
技术职称	无		
工作单位	苏州缔因安生物科技有限公司		
完成单位	苏州缔因安生物科技有限公司		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>开发了核酸检测信号放大技术，实现了核酸样本的高灵敏检测（知识产权成果 1）；发展了液滴数字化核酸分析仪，实现了“样本进-结果出”的集成化肿瘤核酸标志物精准检测（知识产权成果 7）；推动了核酸、蛋白检测技术的产业转化和应用。</p>			

姓 名	牛纪成	排 名	6
行政职务	无		
技术职称	助理研究员		
工作单位	浙江省人民医院		
完成单位	西安交通大学		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>开发了基于三维折纸的等电聚焦方法，实现了对生理样本中蛋白质的同时分离与富集，为提升蛋白质标志物的检测选择性和灵敏度提供了技术支持（知识产权成果 5）；提出了激光切割疏水颗粒包裹水的“激光切水”新方法，为肿瘤细胞培养和药物筛选提供了开放、透明、透气和自支撑特性的新型“水芯片”平台（知识产权成果 6）。</p>			

姓 名	李晓光	排 名	7
行政职务	无		
技术职称	教授		
工作单位	西北工业大学		
完成单位	西北工业大学		
对本项目主要学术贡献： 提出了激光切割疏水颗粒包裹水的“激光切水”新方法，为肿瘤细胞培养和药物筛选提供了开放、透明、透气和自支撑特性的新型“水芯片”平台（知识产权成果 6）。			

姓 名	杨 谨	排 名	8
行政职务	主任		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 构建了乳腺癌细胞的体外微环境模型，研究了微环境对乳腺癌细胞多药耐药蛋白功能活性影响的分子机制，为临床乳腺癌耐药机制提供了实验参考（知识产权成果 10）。			

姓 名	周彦	排 名	9
行政职务	无		
技术职称	助理教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 构建了模拟乳腺癌发展不同阶段微环境模型，开发了细胞原位表征方法，为探究微环境对乳腺癌细胞功能影响提供了平台和工具（知识产权成果 10）。			

姓 名	林敏	排 名	10
行政职务	副院长		
技术职称	教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		
对本项目主要学术贡献： 研发了基于纸基的免疫即时检测平台，实现了其在疾病检测中的应用（知识产权成果 2）。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	西安交通大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>负责整个项目的计划、实施、管理过程。在核酸、蛋白和细胞多尺度开展了肿瘤分子标志物与肿瘤细胞特性多参数的技术研发与应用研究，包括肿瘤分子标志物高灵敏检测和肿瘤细胞特性多参数检测新方法，研制了肿瘤分子标志物微流控检测仪器和肿瘤细胞特性多参数原位表征光电显微成像系统等，实现了检测平台在乳腺癌、肺癌、肝癌早期诊断和药物筛选的初步应用。</p>	

单位名称	苏州缔因安生物科技有限公司
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>参与本项目的技术转化和应用研究，完成相关产品的开发和注册申报。在蛋白和核酸检测方向，形成 10 项产品成果，其中包括 4 项Ⅱ类医疗器械注册证和 6 项Ⅰ类备案证，并已在三甲医院、高校及企业实现推广应用，推动了高灵敏核酸与蛋白检测技术从实验室研发向临床与产业化的转化。</p>	

单位名称	西北工业大学
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>围绕本项目的技术开发，参与提出了激光切割疏水颗粒包裹水的“激光切水”方法，实现了肿瘤细胞培养和药物筛选的新型“水芯片”制备。</p>	

完成人合作关系说明

本项目自 2012 年开始，项目成果由完成人李菲、李泽东、游民黎、庄健、胡杰、牛纪成、李晓光、杨谨、周彦、林敏共同完成。李菲作为项目第一完成人，与其他主要完成人在该项目中以论文合著、共同知识产权等共有形式进行长期合作，共同推进项目研究和成果转化应用，取得了一定的科研成果，产生一定的社会效益。本项目共计授权专利 33 项，发表论文 79 篇，荣获 2025 年度陕西高等学校科学技术研究优秀成果特等奖（“基于核酸-蛋白-细胞”多尺度的肿瘤高灵敏检测技术研发及应用”）。

李菲是本项目第一完成人，是本项目 4 项知识产权（4 篇论文）的通讯作者；李泽东是本项目第二完成人，是本项目 2 项知识产权（2 篇论文）的通讯作者；游民黎是本项目第三完成人，是本项目 2 项知识产权（1 项发明专利，1 篇论文）的完成人和通讯作者；庄健为本项目第四完成人，是本项目 2 项知识产权（1 项发明专利，1 篇论文）的第一完成人和第一作者；胡杰为本项目第五完成人，是本项目 2 项知识产权（1 项发明专利，1 篇代表论文）的完成人和主要作者；牛纪成为本项目第六完成人，是本项目 2 项知识产权（2 篇论文）的第一作者；李晓光为本项目第七完成人，是本项目 1 项知识产权（1 篇论文）的通讯作者；杨瑾为本项目第八完成人，是本项目 1 项知识产权（1 篇论文）的主要作者；周彦为本项目第九完成人，是本项目 1 项知识产权（1 篇论文）的主要作者；林敏为本项目第十完成人，是本项目 1 项知识产权（1 项发明专利）的完成人。

- (1) 李菲与李泽东：西安交通大学李泽东是西安交通大学李菲协助指导的博士，双方自 2013 年起共同开展肿瘤核酸标志物高灵敏检测方法的研究合作，本项目中联合发表论文 6 篇。
- (2) 李菲与游民黎：西安交通大学李菲与西安交通大学游民黎自 2013 年起共同开展肿瘤蛋白标志物高灵敏检测方法的研究合作，本项目中联合发表论文 4 篇。
- (3) 李菲与庄健：西安交通大学庄健与西安交通大学李菲自 2012 年起共同开展了新型肿瘤细胞原位光电显微成像系统开发与应用的研 究合作，本项目中联合发表论文 6 篇。
- (4) 李菲与胡杰：西安交通大学李菲与苏州缔因安生物科技有限公司胡杰自 2014 年起共同开展肿瘤标志物高灵敏检测技术的研发和应用研究合作，本项目中联合发表论文 1 篇。
- (5) 李菲与牛纪成：浙江省人民医院牛纪成是西安交通大学李菲指导毕业的博士，双发自 2018 年起共同开展了细胞培养新平台和肿瘤蛋白标志物高灵敏检测方法及应用研究合作，本项目中联合发表论文 4 篇。
- (6) 李菲与李晓光：西安交通大学李菲与西北工业大学李晓光自 2020 年起共同开展肿瘤细胞培养新平台的研究合作，本项目中联合发表论文 1 篇。

- (7) 李菲与杨谨：西安交通大学李菲与西安交通大学杨谨自 2020 年起共同开展有关肿瘤细胞及其药物作用机制的研究合作，本项目中联合发表论文 1 篇。
- (8) 李菲与周彦：西安交通大学李菲与西安交通大学周彦自 2021 年起共同开展新型肿瘤细胞原位光电显微成像系统的应用研究合作，本项目中联合发表论文 1 篇。
- (9) 林敏与游民黎：西安交通大学林敏与西安交通大学游民黎自 2013 年起共同开展纸基免疫即时检测平台研究合作，本项目中联合授权发明专利 1 项。

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	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	论文合著	李泽东/2	2017年9月1日	2023年10月2日	知识产权 7、9	附件 1-7、1-9
2	论文合著	游民黎/3	2017年9月1日	2022年10月11日	知识产权 2、4	附件 1-2、1-4
3	论文合著	庄健/4	2012年1月1日	2020年03月17日	知识产权 1、8	附件 1-1、1-8
4	共同知识产权	胡杰/5	2012年9月1日	2023年5月30日	知识产权 2、7	附件 1-2、1-7
5	论文合著	牛纪成/6	2018年9月1日	2023年6月29日	知识产权 5、6	附件 1-5、1-6
6	论文合著	李晓光/7	2020年9月1日	2023年6月29日	知识产权 6	附件 1-6
7	论文合著	杨谨/8	2017年9月1日	2022年9月14日	知识产权 10	附件 1-10
8	论文合著	周彦/9	2021年9月1日	2022年9月14日	知识产权 10	附件 1-10
9	共同知识产权	林敏/10	2012年9月1日	2019年8月23日	知识产权 2	附件 1-2