

2025 年度青岛市科学技术奖励 提名项目公示材料

一、项目名称

基于功能核酸的肿瘤标志物电化学传感新方法研究

二、申报奖种及等级

青岛市自然科学奖二等奖

三、提名者及提名意见

提名者：青岛农业大学

完成单位：青岛农业大学

提名意见：

青岛农业大学李峰、刘晓娟、杨立敏 3 人完成的项目“基于功能核酸的肿瘤标志物电化学传感新方法研究”，面向人民生命健康重大需求，以肿瘤标志物为检测对象，围绕功能核酸介导的多元协同精准识别、多模式级联信号放大、一体化芯片设计集成，开展了系列创新性研究，建立了核酸纳米探针介导的肿瘤标志物均相电化学传感平台，发展了便携式核酸功能化纸芯片电化学传感新方法，构建了多模式级联信号放大的高灵敏柔性光致电化学传感器，丰富和发展了电化学生物传感研究领域，对化学尤其是分析化学及相关学科的发展起到积极推动作用。相关研究成果在 *Anal. Chem.*、*Biosens. Bioelectron.* 等期刊发表学术论文 77 篇。5 篇代表性论文中，自然指数期刊论文 3 篇，ESI 高被引论文 4 篇。

提名单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认真实有

效，相关栏目符合填写要求。

该项目已征求了相关领域 5 名专家意见，同意推荐提名该项目为 2025 年度青岛市自然自然科学奖二等奖。

四、项目简介

癌症的发生、发展与肿瘤标志物异常表达密切相关，肿瘤标志物检测研究对推动化学与生命交叉学科发展、推进健康中国建设意义重大。传统检测方法存在操作繁琐、成本昂贵、灵敏度与准确性尚需提高等关键问题，发展肿瘤标志物电化学精准检测新方法是解决以上问题的有效途径。如何从功能和结构方面理性设计核酸探针，从分子识别、信号转导及放大方面构建核酸功能化传感界面，发展灵敏、准确、用户友好的肿瘤标志物电化学传感新方法，是实现肿瘤标志物精准检测的关键。项目面向人民生命健康重大需求，围绕功能核酸介导的多元协同精准识别、多模式级联信号放大、一体化芯片设计集成，开展了系列创新性研究，实现了肿瘤标志物的简单、灵敏、特异性、现场即时（POC）检测。重要科学发现点如下：

1. 建立了核酸纳米探针介导的肿瘤标志物均相电化学传感平台。设计了“双适配体协同识别-磁分离”系统，实现了肿瘤外泌体的“精准捕获”和比率均相电化学“直接检测”。发展了基于纳米酶催化信号转导的均相电化学传感新策略，揭示了单/双链核酸调控 MnO_2 类酶活性的内在规律。

2. 发展了便携式核酸功能化纸芯片电化学传感新方法。基于“金属有机框架-适配体”多位点协同识别和三维 DNA 水凝胶智能响应

机制，构筑了核酸功能化纸基识别界面，开发了一体化免标记纸芯片传感平台，实现了肿瘤标志物的低成本、便携式 POC 检测。

3. 构建了多模式级联信号放大的高灵敏柔性光致电化学传感器。以柔性聚酰亚胺膜为载体，集成核酸功能化 CdS 量子点光电极与激光诱导石墨烯电极，构建了质轻体薄、机械性能优异的一体化柔性光致电化学传感器。

围绕上述科学发现，完成国家自然科学基金 5 项，相关研究成果在 *Anal. Chem.*、*Biosens. Bioelectron.* 等期刊发表论文 77 篇，获山东省优秀硕士学位论文 4 篇。完成人李峰获评山东省优秀科技工作者和泰山学者特聘专家，刘晓娟获评泰山学者青年专家、山东省高等学校青创人才引育团队带头人。5 篇代表性论文中，自然指数期刊论文 3 篇，ESI 高被引论文 4 篇。

五、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名（出版社）	Doi/ISBN (ISBN)	发表（出版） 时间	作者 (按刊物发表顺序)	通讯作者 (含共同)	第一作者 (含共同)	他引 总次数	检索 数据库	通讯/一作（主 编）是否为第 一完成人	第一署名单 位是否为第 一完成单位
1	Precise Capture and Direct Quantification of Tumor Exosomes via a Highly Efficient Dual-Aptamer Recognition-Assisted Ratiometric Immobilization-Free Electrochemical Strategy	Analytical Chemistry (ACS Publications)	10.1021/acs.analchem.0c04308	2021.01.26	Limin Yang, Xuehan Yin, Bin An, Feng Li*	Feng Li	Limin Yang	192	WOS 数据库	是	是
2	Metal-Organic Framework-Functionalized Paper-Based Electrochemical Biosensor for Ultrasensitive Exosome Assay	Analytical Chemistry (ACS Publications)	10.1021/acs.analchem.1c02286	2021.08.31	Xiaojuan Liu, Xin Gao, Limin Yang, Yuecan Zhao, Feng Li*	Feng Li	Xiaojuan Liu	234	WOS 数据库	是	是
3	Flexible Photoelectrochemical Biosensor for Ultrasensitive MicroRNA Detection based on Concatenated Multiplex Signal Amplification	Biosensors and Bioelectronics (Elsevier)	10.1016/j.bios.2021.113581	2021.12.15	Yuecan Zhao, Junzhu Xiang, Hao Cheng, Xiaojuan Liu*, Feng Li*	Xiaojuan Liu, Feng Li	Yuecan Zhao	181	WOS 数据库	是	是

4	Label-Free Homogeneous Electrochemical Detection of MicroRNA based on Target-Induced Anti-shielding Against the Catalytic Activity of Two-Dimension Nanozyme	Biosensors and Bioelectronics (Elsevier)	10.1016/j.bios.2020.112707	2021.01.01	Jiahui Wu, Wenxin Lv, Qiaoting Yang, Haiyin Li*, Feng Li*	Haiyin Li, Feng Li	Jiahui Wu	194	WOS 数据库	是	是
5	DNA Tetrahedra-Cross-Linked Hydrogel Functionalized Paper for Onsite Analysis of DNA Methyltransferase Activity Using a Personal Glucose Meter	Analytical Chemistry (ACS Publications)	10.1021/acs.analchem.0c00018	2020.03.17	Xin Gao, Xiuyuan Li, Xinzhi Sun, Jingyan Zhang, Yuecan Zhao, Xiaojuan Liu*, Feng Li*	Xiaojuan Liu, Feng Li	Xin Gao	115	WOS 数据库	是	是
合计								916			

六、主要完成人情况表

1. 姓名：李峰；国籍：中国；排名：1/3；技术职称：教授；行政职务：无；工作单位：青岛农业大学；二级单位：化学与药学院；完成单位：青岛农业大学；参加本项目的起止时间：2016-2021；具体贡献：对发现点一、二、三均有贡献；曾获奖励情况：以第一完成人，获山东省自然科学奖二等奖4项

2. 姓名：刘晓娟；国籍：中国；排名：2/3；技术职称：教授；行政职务：无；工作单位：青岛农业大学；二级单位：化学与药学院；完成单位：青岛农业大学；参加本项目的起止时间：2016-2021；具体贡献：对发现点二、三均有贡献；曾获奖励情况：分别以第四和第六完成人，获山东省自然科学奖二等奖2项

3. 姓名：杨立敏；国籍：中国；排名：3/3；技术职称：教授；行政职务：无；工作单位：青岛农业大学；二级单位：化学与药学院；完成单位：青岛农业大学；参加本项目的起止时间：2018-2021；具体贡献：对发现点一、二均有贡献；曾获奖励情况：以第四完成人，获山东省自然科学奖二等奖2项

七、主要完成单位情况表

青岛农业大学为提名书“基于功能核酸的肿瘤标志物电化学传感新方法研究”的独立完成单位。对提名书中重要科学发现点中的一、二、三均做出重要贡献。完成了项目所有研究工作，具体体现在：

(1) 对项目进行全程管理、监督，合理部署工作方案。组织专家对项目的设计、项目成果报告进行论证、审查，对项目的实施过程和

完成质量进行检查和监督。为项目研究提供所需经费、实验室及相关仪器设备。

(2) 建立了核酸纳米探针介导的肿瘤标志物均相电化学传感平台, 发展了便携式核酸功能化纸芯片电化学传感新方法, 构建了多模式级联信号放大赋能的高灵敏柔性光致电化学传感器, 为肿瘤标志物的电化学传感提供了新思路和新途径。