

2023 年度青岛市科学技术奖提名公示

一、项目名称

生物燃料电池自供能传感

二、提名单位及提名意见、提名等级

青岛农业大学为该项目第一提名单位。

我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。

按照要求，我单位及完成人所在单位均进行了公示，确认完成人、完成单位排序无异议。

项目围绕生物燃料电池中电极界面电子传输速率慢、天然酶易失活限制了传感器灵敏度和稳定性的核心问题，建立了 DNA 生物共轭体辅助自供能检测抗生素残留新方法，创建了生物识别单元辅助信号放大自供能传感新平台，开展了基于新型催化材料的自供能传感研究，具有重要科学意义和应用价值。相关研究成果在 *Anal. Chem.*、*Biosens. Bioelectron.* 等学术期刊上发表本学科领域论文 77 篇。5 篇代表性论文被 *Adv. Funct. Mater.*、*TrAC-Trend Anal. Chem.* 等学术期刊引用 422 次，他引 387 次，其中 ESI 高被引论文 1 篇，单篇最高他引 108 次。

参照青岛市科学技术奖推荐条件，推荐该项目申报 2023 年度青岛市自然科学奖二等奖。

三、项目简介

光电化学分析对推动生命科学、环境科学和食品安全等领域的发展具有重要意义。传统电化学传感器由识别元件与辅助电化学工作站组成，存在操作繁琐、成本昂贵、重现性与准确性尚需提高等关键问题。基于生物燃料电池（BFC）的自供能电化学传感器（BFC-SPB）是将电池供能与传感设计一体化的装置，利用阴阳极的电化学反应为检测过程提供能源，通过目标物调控与电极界面电子传输，改变电池输出信号，实现传感过程。BFC-SPB 可直接将目标物浓度转换为电池输出电压（ E^{OCV} ）信号。根据能斯特方程， E^{OCV} 数值主要取决于氧化态/还原态组分浓度之比，与电极面积无关，可有效避免样品中蛋

白质大分子等的非特异性吸附问题。因此，BFC-SPB 具有抗干扰能力强、无需外加电源、结构简单易于微型化和集成化等优点，有利于现场即时检测，是传感器发展的重要研究方向。然而，目前 BFC 中电极界面电子传输速率慢、天然酶易失活限制了传感器的灵敏度和稳定性。项目紧密围绕此核心问题，从信号传导与信号转换两方面入手，开展 BFC 自供能传感相关领域研究，从调控界面电子传输、电子传输体与新型催化材料三个角度出发，建立了 DNA 生物共轭体辅助自供能检测抗生素残留新方法，创建了生物识别单元辅助信号放大自供能传感新平台，开展了基于新型催化材料的自供能传感研究，具有重要科学意义和应用价值。

1、建立了自供能检测抗生素残留新方法，揭示了 DNA 生物共轭体与靶标分子的竞争识别机制，利用 DNA 生物共轭体调控界面电子传输，实现了氨苄青霉素的简单、快速、准确、灵敏检测（检测限为 3 pM，论文发表时报道最低值）

2、创建了生物识别单元辅助信号放大自供能传感新平台，基于等温核酸信号放大和目标物诱导生物门控策略，通过调控电子传输体，提升了自供能信号输出强度与传感器灵敏度，方法无需富集分离即可直接检测实际样品，实现了单核苷酸多态性、microRNA 的简单、快速、高灵敏、高选择性检测。

3、开展了基于新型催化材料的自供能传感研究，以纳米生物载体及光生空穴代替天然酶，提高了生物催化稳定性，构建了基于双金属有机框架及光助生物燃料电池的自供能传感平台，实现了外泌体与 microRNA 超灵敏检测。

项目进行期间，完成国家自然科学基金 3 项、山东省自然科学基金 2 项；相关研究成果在 *Anal. Chem.*、*Biosens. Bioelectron.* 等学术期刊上发表本学科领域论文 77 篇。5 篇代表性论文均属 JCR 期刊 Q1 区，被 *Adv. Funct. Mater.*、*TrAC-Trend Anal. Chem.* 等学术期刊引用 422 次，他引 387 次，其中 ESI 高被引论文 1 篇，单篇最高他引 108 次。

五、代表性论文专著目录（限 5 篇）

序号	论文专著名称	刊名（出版社）	Doi/ISBN	发表时间	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
1	Ultrasensitive Self-Powered Aptasensor Based on Enzyme Biofuel Cell and DNA Bioconjugate: A Facile and Powerful Tool for Antibiotic Residue Detection	Analytical Chemistry (ACS Publications)	10.1021/acs.analchem.6b05109	2017-02-07	Panpan Gai, Chengcheng Gu, Ting Hou, Feng Li*	Feng Li	Panpan Gai	77	WOS 核心合集
2	Enzymatic Biofuel-Cell-Based Self-Powered Biosensor Integrated with DNA Amplification Strategy for Ultrasensitive Detection of Single-Nucleotide Polymorphism	Analytical Chemistry (ACS Publications)	10.1021/acs.analchem.9b02510	2019-07-02	Chengcheng Gu, Xinke Kong, Xiaojuan Liu, Panpan Gai,* Feng Li*	Panpan Gai, Feng Li	Chengcheng Gu	108	WOS 核心合集

3	Integration of Biofuel Cell-Based Self-Powered Biosensing and Homogeneous Electrochemical Strategy for Ultrasensitive and Easy-To-Use Bioassays of MicroRNA	ACS Applied Materials Interfaces (ACS Publications)	10.1021/acsa-mi.8b01001	2018-03-21	Panpan Gai, Chengcheng Gu, Ting Hou, Feng Li*	Feng Li	Panpan Gai	87	WOS 核心合集
4	Highly Sensitive and Stable Self-Powered Biosensing for Exosomes Based on Dual Metal-Organic Frameworks Nanocarriers	Biosensors and Bioelectronics (Elsevier)	10.1016/j.bios.2020.112907	2021-03-15	Chengcheng Gu, Lipeng Bai, Li Pu, Panpan Gai*, Feng Li*	Panpan Gai, Feng Li	Chengcheng Gu	91	WOS 核心合集
5	Photo-Assisted Robust Anti-Interference Self-Powered Biosensing of MicroRNA Based on Pt-S Bonds and the Inorganic-Organic Hybridization Strategy	Analytical Chemistry (ACS Publications)	10.1021/acs.analchem.1c04135	2022-01-25	Shichao Song, Na Li, Lipeng Bai, Panpan Gai,* Feng Li*	Panpan Gai, Feng Li	Shichao Song	24	WOS 核心合集
合计								387	

四、主要完成人情况

1. 姓名：盖盼盼；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:2016-2022；具体贡献：对创新点一、二、三均有贡献；曾获奖励情况：山东省自然科学二等奖，2021 年，排名 2/4，证书编号：ZR2021-2-10-R02

2. 姓名：谷成成；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:2016-2022；具体贡献：对创新点一、二、三均有贡献

3. 姓名：李峰；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:2016-2022；具体贡献：对创新点一、二、三均有贡献；曾获奖励情况：(1) 山东省自然科学二等奖，2008 年 04 月，排名 3/5，证书编号：ZR2007-2-1-3；(2) 山东省自然科学二等奖，2012 年 11 月，排名 1/4，证书编号：ZR2012-2-3-R01；(3) 山东省自然科学二等奖，2019 年 11 月，排名 1/4，证书编号：ZR2019-2-6-R01；(4) 山东省自然科学二等奖，2021 年 12 月，排名 1/4，证书编号：ZR2021-2-10-R01

五、主要完成单位及创新推广贡献

青岛农业大学是本项目的独立完成单位。主要在以下方面取得创新性成果：建立了 DNA 生物共轭体辅助自供能检测抗生素残留新方法，创建了生物识别单元辅助信号放大自供能传感新平台，开展了基于新型催化材料的自供能传感研究。相关研究成果在 Anal. Chem.、Biosens. Bioelectron. 等学术期刊上发表本学科领域论文 77 篇。