

项目名称：新型智能化食品安全与品质评价关键技术研发及应用

主要完成人：赵勇，朱永恒，黄新新，张昭寰，周中人，赵晟，刘海泉，孙晓红，喻勇新

主要完成单位：上海海洋大学，上海海关动植物与食品检验检疫技术中心，上海快灵生物科技股份有限公司

推荐单位：上海市食品学会

项目简介：

属于食品质量安全技术领域。

研究新型智能化食品安全与品质评价关键技术，对预防和有效控制食品安全事件具有重大意义。本项目聚焦于功能纳米材料半导体传感器技术、功能纳米聚合物纸基微流控芯片技术和可视微流控数字PCR技术研究，在此基础上，开发具有高通量和易于现场检测的智能化设备，有效提升了食品的质量安全与品质。主要创新成果有：

(1) 构建功能纳米材料半导体传感器检测技术：针对快速选择性地检测单增李斯特菌特定的MVOCs的挑战，基于介孔三氧化钨功能纳米材料构建了旁热式半导体气体传感器，实现了对MVOCs快速（ $< 10\text{ s}$ ）、灵敏（ $R_{\text{air}} / R_{\text{gas}} > 50$ ）、选择性的检出；利用功能性纳米材料结合QCM开发出的甲醛传感器可以对蔬菜、水产品 and 干货中的化学危害物甲醛气体具有快速的响应（ $< 10\text{ s}$ ）、ppb级的检测下限和很好的选择性；基于Au-Pt三氧化二铁纳米空心立方体、Au-三氧化钨纳米片构建了MEMS半导体气体传感器，实现了对大黄鱼、三文鱼、海鲈鱼等鱼类新鲜度的快速评价。

(2) 构建功能纳米聚合物纸基微流控芯片检测技术：利用功能化纳米聚合物羧基甜菜碱修饰纸基微流控芯片表面，结合生物免疫技术构建了具有优异非特异性吸附性能的检测平台，实现了对食源性致病菌（大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、单增李斯特菌等）的快速高通量检测；利用功能化纳米聚合物磺酸基甜菜碱和Au纳米颗粒修饰纸基微流控芯片表面，融合化学显色技术和手机APP构建了对农药残留（四种农药）具有优异检测性能的智能化微流控芯片平台；结合纳米酶修饰纸基微流控芯片和手机APP，实现了对果蔬品质（葡萄糖、蔗糖、果糖、酸度、维生素C等营养素）的智能化快速评价，在纸基微流控芯片上设计分离、富集、反应、检测等多种功能单元，使纸基微流控芯片具有“全分析”功能。

(3) 构建可视微流控数字PCR检测技术：在检测靶标、扩增方式、定量模式三个方面对传统核酸扩增技术进行了创新与升级，构建了PMA-qPCR多重活菌定量检测新技术，可用于同时定量检测食品中七种食源性致病菌；构建了探针法环介导等温扩增（LAMP）及重组酶聚合等温扩增技术（RPA），实现了20 min内食源性致病菌及病毒的高通量定量扫描，检测灵敏度达 10 cfu/mL ；设计了Dnase处理法结合微流控数字PCR与qPCR技术，突破了目前样品前处理时间长、检测假阳性/阴性等瓶颈，满足了进出口食品中食源性致病菌及病毒的定性、定量检测需求。

(4) 开发高通量和易于现场检测的智能化设备：针对食品品质安全快速检测技术与智能装备研发的需求，建立了一套对食品品质安全高通量、可视化、在线快速检测智能化装备，主要包括层析试纸检测装置及其相关检测试纸条、便携式检测箱、MEMS传感器智能化检测平台、功能化纸基微流控芯片智能化检测平台和QCM传感器智能化检测平台。

本项目发表科研论文105篇，其中SCI论文53篇，被引1137次，制定相关行业

标准3项，获授权国家发明专利11项、国际专利3项、实用新型专利12项和计算机软件著作权2项；培养硕博研究生10名。

推广应用情况：本项目积极构筑产学研结合开发新体系，针对食品品质安全快速评价瓶颈问题开展攻关，深入生产第一线，实行边研究边推广的模式，将创建的高效新型智能化检测关键技术在上海快灵生物科技有限公司、上海金标生物科技有限公司、中检科（上海）测试技术有限公司等企业推广应用，2017-2020年三年间新增产值上亿元，共新增利润达千万级别。