

公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	太赫兹频谱测量关键技术及其在食品快速检测中应用	
	英文	Key technologies for terahertz spectrum measurement and its application in rapid food detection	
成果申报等级		<input checked="" type="checkbox"/> 一等奖 <input type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖	<input checked="" type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		李九生、楼喜中、孙青、邓玉强、郭风雷、杜勇、李向军、熊日辉、张琪、蔡强	
主要完成单位		中国计量大学、中国计量科学研究院、杭州荣旗科技有限公司	
推荐单位(盖章)		中国计量大学	
奖项的主要项目来源		<input type="checkbox"/> 国家级 <input checked="" type="checkbox"/> 省部级 <input type="checkbox"/> 其他	
具体计划、基金的名称和编号: 国家质检总局科技计划项目: “太赫兹频率计量标准研究”, 项目编号: 2016QK185 国家重点研发计划项目课题: “太赫兹关键参数计量标准研究三”, 子课题编号: ZLJC1630-6-3			
成果的主要项目起止时间		起始: 2009-1	完成: 2021-12
组织验收/鉴定单位		原国家质量监督检验检疫总局; 中国计量科学研究院	
成果登记号		G2018-216; DJ501072021Y0001	成果登记 时间 2018年2月6日; 2021年 3月4日

二、奖项简介

食品安全是重大的基本民生问题，人民群众热切期盼吃得更放心、吃得更健康。我国是全球食品进出口大国，去年食品进出口总额超过 1500 亿元并以每年 15% 速率增长。国内外对食品安全检测技术主要有：感官检测法、物理检测法、化学分析法、气相色谱法、液相色谱法、微生物分析法、酶分析法。上述检测技术有些检测精度不高，还有一些对样品提纯、萃取等预处理技术方面要求十分复杂，后期检测条件苛刻，检测周期长。鉴于当前食品质量检测方法的不足，探索和研究快速、高效、准确的食品检测方法成为关系国计民生的迫切需求。

太赫兹波为(0.1~10THz)频段范围的电磁波，作为生化分子振动-转动能级所在的特征波段以及对氢键、范德华力等弱共振相互作用异常敏感的波段，对食品安全检测具有重要应用价值和潜力。现有太赫兹检测技术仅能获取太赫兹波与样品作用后的振幅和相位信息，缺乏特异性，导致无法直接获得由偏振、手性乃至电磁矢量时空分布反映出物质的结构信息，在灵敏度、检测速度、准确性、可靠性等方面存在技术瓶颈，制约太赫兹技术在食品检测领域应用。针对上述关键问题，团队围绕关键器件及系统集成开展了深入研究，实现如下技术突破和创新：

（1）首次提出太赫兹微纳结构传感芯片设计制备技术，基于对称性破缺、色散和能带控制方法，探明了太赫兹手性光场构筑与传感增强机制，研制了食品检测用超表面太赫兹传感芯片，解决了太赫兹传感检测灵敏度低和特异性不明显、以及水吸收影响难题，有效地“放大”生化量对太赫兹手性光谱的特征响应，提高了测量灵敏度，实现含量 $1 \times 10^{-8} \text{g/L}$ 响应检测。

（2）提出太赫兹时域光谱计量新技术，研制了溯源至微波频率基准的太赫兹频率计量标准装置与系列光谱计量标准器，实现高信噪比、大动态范围的太赫兹拍频信号，频率测量不确定度达到 3.2×10^{-11} 。解决了太赫兹频谱测量数据的溯源难题，提高了太赫兹光谱检测的准确性与可靠性。

（3）发明了太赫兹时域谱重构与误差传播组合测量的新方法，攻克了太赫兹时域光谱信号误差造成的食品折射率和吸收峰等参数偏差大、参数精准提取困难等问题，解决了多层结构的透射和反射测量准确率低的关键技术难题，测量波形重建重合度达到 99.98%，有效降低了系统性测量误差。

（4）创建了食品检测用太赫兹谱支持向量回归模型算法，实现食品营养成分与致癌物快速检测与指认，解决了食品营养成分与致癌物精准太赫兹谱检测的定性定量分析关键难题，提高了太赫兹快速检测与识别的准确性和响应速度，单次样品检测时间小于 5 秒。

项目获授权国家发明专利 55 项，实用新型专利 30 项，软件著作权 3 项，发表论文 115 篇(旁证材料见附件 8-6)，其中 SCI 收录 90 篇，出版专著 1 部，发布校准规范 1 项。研制了高灵敏太赫兹时域光谱系统及超表面传感器，实现产业化，新增产值 1.236 亿元，新增利税 1000 余万元。发展了太赫兹计量技术，促进了太赫兹技术在食品安全检测领域应用，为保障广大人民食品安全提供技术支撑。