

科技进步奖推荐号： 2024-120-4021

<p>项目名称</p>	<p>快速高亲和卫生检测关键技术研究及应用</p>
<p>提名单位</p>	<p>河北省教育厅</p>
<p>项目简介</p>	<p>公共卫生与健康事业是一项长期而艰巨的任务，需要我们全社会共同努力，共建共享。卫生检测技术作为公共卫生安全监测的关键技术手段，在食品卫生与健康效应评价、环境卫生与健康风险评估、职业卫生与疾病早期预防等领域中具有重要作用。常规卫生检测中往往存在基质干扰大、前处理繁琐耗时、检测结果易出现假阳性等问题，因此，开发抗干扰能力强、前处理速度快、检测结果精准快速高亲和卫生检测技术具有重要意义。本项目在国家自然科学基金和河北省自然科学基金等项目支持下，开发了系列快速高亲和卫生检测关键技术，形成如下创新成果：</p> <p>1. 基于亲水表面印迹吸附剂的高亲和卫生检测新技术：针对卫生检测领域存在的检测结果易受样品基质干扰或出现假阳性的问题，创新性地将亲水表面印迹技术、可控自由基聚合等技术相结合，探索了离子液体、低共熔溶剂等新型单体及交联剂，首创了高亲和氧化石墨烯/聚离子液体分子印迹吸附剂、氧化石墨烯/聚低共熔溶剂分子印迹吸附剂等，构建了基于亲水表面印迹吸附剂的高亲和卫生检测新技术，解决了传统印迹材料易受样品基质干扰、水相识别能力差、选择性弱的难题，显著提升了卫生检测方法的抗基质干扰能力，为复杂基质样品中痕量组分的精准分析提供技术支持。</p> <p>2. 基于多位点协同萃取吸附剂的高效率卫生检测新技术：针对卫生检测领域存在的样品前处理吸附剂作用力单一、吸附亲和性差、萃取效率低的问题，创新性开发了石墨烯/碳纳米管、树脂/氧化石墨烯、磁性整体树脂等复合材料，利用不同材料吸附机制的优势，实现了多重作用力的协同亲和吸附，构建了基于多位点协同萃取吸附剂的高效率卫生检测新技术，通过协同作用可处理多样化的样本类型，实现了多种复杂基质样品中多组分的共萃取，显著提升了卫生检测方法的萃取效率和适用性，为复杂基质样品中多组分分析提供了技术支持。</p> <p>3. 基于快速萃取分离模式的小型化卫生检测新技术：针对卫生检测领域存在的样品前处理步骤繁琐、分离速度慢、成本高等问题，创新性设计了快速高效、操作简便、经济实用的系列小型化快速萃取装置，首创了小型化超声辅助分散滤头萃取、离心辅助管尖基质固相分散等萃取方法，进一步结合高灵敏检测手段，构建了基于快速萃取分离模式的小型化卫生检测新技术，实现了复杂样品中痕量组分的快速分离与分析，显著提升了卫生检测工作效率，为突发公共卫生事件快速处置提供强有力的技术保障。</p> <p>本项目成果授权国家发明专利 2 项，获批国家自然科学基金和河北省自然科学基金 4 项，河北省科技支撑计划项目 1 项，发表 JCR 一区论文 30 余篇，其中 8 篇代表性论文得到了国内外专家 165 次引用，对本研究的学术和应用价值给予了积极评价。经</p>

	<p>科技查新和成果鉴定，项目开发的新型卫生检测技术达到国际先进水平。本项目相关成果已推广到河北省食品、医药等行业内多家企事业单位，为公共卫生检测、疾病预防控制及维护人群健康等方面提供了强有力的技术手段，具有显著的社会效益。</p>
<p>主要完成单位及创新推广贡献</p>	<p>河北大学、中国科学院生态环境研究中心、河北北方学院为本项目主要完成单位。河北大学作为第一完成单位，在本项目开展研究工作期间负责制定总体技术方案、可行性研究及技术路线确定，在人力、物力、财务等方面给予课题组大力支持；对参加具体研究工作的人员给予充分的时间保证，并提供了研究场所，保证项目研究顺利完成。</p> <p>中国科学院生态环境研究中心对本项目中基于亲水表面印迹吸附剂的高亲和卫生检测新技术的开发及应用给予了大力支持，应用该技术克服了卫生检测方法中传统吸附剂选择性差易受样品基质干扰的难题。</p> <p>河北北方学院对本项目中基于多位点协同萃取吸附剂的高效率卫生检测新技术的推广和应用给予了大力支持，应用该技术实现了多种食品和环境样本中危害因子的快速灵敏检测。</p>
<p>推广应用及经济社会效益情况</p>	<p>该项目研究成果已推广应用到食品加工、医疗卫生等行业内多家企事业单位。应用单位采用本项目开发的系列卫生检测新技术用于食品中农兽药残留、环境中污染物等公共卫生安全领域的相关检测工作，与同类方法相比，本项目成果解决了卫生检测工作中样品基质复杂易干扰检测、样品前处理繁琐耗时、检测结果易出现假阳性的难题，显著提高了卫生检测方法的抗基质干扰能力、提升了卫生检测工作效率、降低了卫生检测方法成本。本项目为相关企事业单位提供了快速高效实用的系列卫生检测新技术，在食品安全、环境监测、突发公共卫生事件应急处置等领域发挥技术支撑作用，对提升环境卫生与食品安全、开展相关疾病防控、保障社会稳定、促进经济发展具有重要现实意义，同时对于我省公共卫生安全事业发展起到了积极的推动作用，具有良好的社会效益。</p>
<p>代表性论文专著目录</p>	
<ol style="list-style-type: none"> 苑亚楠, 张燕菲, 王明伟, 曹建坤, 闫宏远*. Green synthesis of superhydrophilic resin/graphene oxide for efficient analysis of multiple pesticide residues in fruits and vegetables, <i>Food Chemistry</i>, 2024, 450: 139341. 苑亚楠, 王一卜, 张燕菲, 尹俊发, 韩晔红, 韩丹丹, 闫宏远*. Miniaturized centrifugation accelerated pipette-tip matrix solid-phase dispersion based on poly(deep eutectic solvents) surface imprinted graphene oxide composite adsorbent for rapid extraction of anti-adipogenesis markers from <i>Solidago decurrens</i> Lour, <i>Journal of Chromatography A</i>, 2024, 1715: 464599. 苑亚楠, 聂海亮, 尹俊发, 韩晔红, 吕运开, 闫宏远*. Selective extraction and detection of β-agonists in swine urine for monitoring illegal use in livestock breeding, <i>Food Chemistry</i>, 2020, 313: 126155. 苑亚楠, 韩晔红, 杨春柳, 韩丹丹, 闫宏远*. Deep eutectic solvent functionalized graphene oxide composite adsorbent for miniaturized pipette-tip solid-phase extraction of toluene and xylene exposure biomarkers in urine prior to their determination with HPLC-UV, <i>Microchimica Acta</i>, 2020, 187: 387. 苑亚楠, 韩晔红, 韩丹丹, 杨春柳, 闫宏远*. Ultrasound-assisted dispersive-filter extraction coupled with high-performance liquid chromatography: A rapid miniaturized method for the determination of phenylurea pesticides in vegetables and fruits, <i>Food Control</i>, 2020, 118: 107417. 苑亚楠, 王明伟, 贾楠, 翟铖铖, 韩晔红*, 闫宏远*. Graphene/multi-walled carbon nanotubes as an adsorbent for pipette-tip solid-phase extraction for the determination of 17β-estradiol in milk products, <i>Journal of Chromatography A</i>, 2019, 1600: 73–79. 	

7. 苑亚楠, 杨春柳, 吕天维, 乔凤霞, 周洋, 闫宏远*. Green synthesis of hydrophilic protein-imprinted resin with specific recognition of bovine serum albumin in aqueous matrix, *Analytica Chimica Acta*, 2018, 1033: 213–220.
8. 苑亚楠, 焦晓燕, 韩晔红, 白立改, 刘海燕, 乔凤霞*, 闫宏远*. One-pot synthesis of ethylenediamine-connected graphene/carbon nanotube composite material for isolation of clenbuterol from pork, *Food Chemistry*, 2017, 230: 154–163.

主要知识产权证明目录

1. 发明人: 苑亚楠, 闫宏远, 王一卜, 韩晔红, 王志强, 刘海燕, 韩丹丹. 发明专利名称: 一种氧化石墨烯/聚低共熔溶剂分子印迹复合材料、其制备方法及应用. 专利号: ZL 202210390090.4
2. 发明人: 焦晓燕, 赵娜, 王昌青. 发明专利名称: 一种磁性三聚氰胺脲醛树脂整体材料的制备方法. 专利号: ZL 201811054398.1

主要完成人情况表（排名、姓名、技术职称、工作单位、对本项目技术创造性贡献、曾获奖励情况）

排名	姓名	技术职称	工作单位	完成单位	贡献	曾获奖励情况
1	苑亚楠	讲师	河北大学	河北大学	项目总负责人, 对所有创新点均有贡献, 负责项目方案设计与组织实施, 设计了高选择性亲水表面印迹吸附剂及多位点协同萃取吸附剂制备路线, 开发了基于快速萃取分离模式的小型化卫生检测新技术; 对第 1、2、3 创新点有突出贡献, 是第 1、2、3、4、5、6、7、8 篇代表性论文的第一作者, 是第 1 项发明专利的发明人, 科研工作量占 80%。	
2	尹俊发	副研究员	中国科学院生态环境研究中心	中国科学院生态环境研究中心	负责制备高选择性印迹吸附剂材料, 开发基于亲水表面印迹吸附剂的高亲和卫生检测方法, 对第 1、3 创新点有重要贡献, 是第 2 篇代表性论文的第四作者, 是第 3 篇代表性论文的第三作者。	
3	焦晓燕	副教授	河北北方学院	河北北方学院	负责基于多位点协同萃取吸附剂的卫生检测方法开发及应用, 对第 2、3 创新点有重要贡献, 是第 8 篇代表性论文的第二作者, 是第 2 项发明专利的发明人。	
4	韩丹丹	教授	河北大学	河北大学	负责亲水表面印迹吸附剂和快速小型化样品前处理方法的开发及应用推广, 对第 1、3 创新点有重要贡献, 是第 2 篇代表性论文的第六作者, 是第 4 篇代表性论文的第四作者, 是第 5 篇代表性论文的第三作者, 是第 1 项发明专利的发明人。	2023 年度河北省科技进步奖二等奖, 排名第 6
5	杨春柳	助理研究	河北大学	河北大学	负责基于多位点协同萃取吸附剂以及快速萃取分离模式的卫	2019 年度河北省科技进步奖

		员			生检测新技术的应用及推广，对第2、3创新点有重要贡献，是第4篇代表性论文的第三作者，是第5篇代表性论文的第二作者，是第7篇代表性论文的第二作者。	二等奖，排名第5；
6	王明伟	讲师	河北大学	河北大学	负责制备树脂/氧化石墨烯和石墨烯/碳纳米管复合材料，开发基于吸附剂的小型化样品前处理技术，对第2、3创新点有重要贡献，是第1篇代表性论文的第三作者，是第6篇代表性论文的第二作者。	2023年度河北省科技进步奖二等奖，排名第4
7	吕运开	教授	河北大学	河北大学	负责氧化石墨烯/聚离子液体分子印迹吸附剂的制备及应用，对第1创新点有重要贡献，是第3篇代表性论文的第五作者	2023年度河北省科技进步奖二等奖，排名第9

完成人合作关系说明

项目第一完成人苑亚楠及第四完成人韩丹丹、第五完成人杨春柳、第六完成人王明伟、第七完成人吕运开均为河北大学教师，具有良好的长期合作基础；第二完成人尹俊发为中国科学院生态环境研究中心副研究员，本科和硕士就读于河北大学分析化学专业，与第一完成人已长期合作多年；第三完成人为河北北方学院理学院副教授，曾在河北大学分析化学专业攻读博士学位，期间与第一完成人、第六完成人属于同一课题组。本项目完成人长期致力于卫生检测领域快速高亲和卫生检测关键技术研究，本成果是第一完成人苑亚楠与尹俊发、焦晓燕、韩丹丹、杨春柳、王明伟、吕运开协同合作完成的，完成人合作关系说明如下：

项目第二完成人尹俊发，与第一完成人苑亚楠自2016年开始在高选择性亲水表面印迹材料设计与开发方面开展了合作研究。苑亚楠负责高选择性亲水表面印迹吸附剂设计，尹俊发负责基于亲水表面印迹吸附剂的高亲和卫生检测新技术开发，相关研究成果以合著论文形式发表（*Journal of Chromatography A*, 2024, 1715: 464599; *Food Chemistry*, 2020, 313: 126155）。

项目第三完成人焦晓燕，与项目第一完成人苑亚楠自2015年开始在多位点协同萃取吸附剂及快速卫生检测方法方面开展了长期的合作研究，苑亚楠负责多位点协同萃取吸附剂的设计及制备，焦晓燕负责相关卫生检测方法的开发及应用，相关研究成果以合著论文形式发表（*Food Chemistry*, 2017, 230: 154-163）。

项目第四完成人韩丹丹，与项目第一完成人苑亚楠自2013年开始在亲水表面印迹吸附剂和快速小型化样品前处理方法开发方面开展了长期的合作研究，苑亚楠负责亲水表面印迹材料的设计路线和快速小型化前处理方法的开发，韩丹丹负责基于亲水表面印迹吸附剂和快速萃取分离模式的小型化卫生检测新技术开发及应用，相关研究成果以合著论文形式发表（*Journal of Chromatography A*, 2024, 1715: 464599; *Microchimica Acta*, 2020, 187: 387; *Food Control*, 2020, 118: 107417），合作授权发明专利1项（ZL 202210390090.4）。

项目第五完成人杨春柳，与项目第一完成人苑亚楠自2013年开始在快速高亲和卫生检测新技术方面开展了长期的合作研究，苑亚楠负责快速高亲和卫生检测技术的设计，杨春柳负责卫生检测新技术的应用及推广，相关研究成果以合著论文形式发表（*Microchimica Acta*, 2020, 187: 387; *Food Control*, 2020, 118: 107417; *Analytica Chimica Acta*, 2018, 1033: 213-220.）。

项目第六完成人王明伟，与项目第一完成人苑亚楠自2015年开始在新型功能化吸附剂开发及小型化样品前处理技术方面开展了长期的合作研究，苑

亚楠提出了本项目的技术创新点，王明伟参与构建了基于多位点协同萃取吸附剂的高效率卫生检测新技术，相关研究成果以合著论文形式发表（*Food Chemistry*, 2024, 450: 139341; *Journal of Chromatography A*, 2019, 1600: 73–79）。

项目第七完成人吕运开，与项目第一完成人苑亚楠自 2016 年开始在分子印迹吸附剂开发及应用方面开展了长期的合作研究，苑亚楠提出了本项目的技术创新点，吕运开参与构建了基于亲水表面印迹吸附剂的高亲和卫生检测新技术，相关研究成果以合著论文形式发表（*Food Chemistry*, 2020, 313: 126155）。

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	合作时间	合作成果	备注
1	论文合著	苑亚楠/1 王明伟/6	2015 年 9 月至今	Green synthesis of superhydrophilic resin/graphene oxide for efficient analysis of multiple pesticide residues in fruits and vegetables	
2	论文合著	苑亚楠/1 尹俊发/2 韩丹丹/4	2016 年 1 月至今	Miniaturized centrifugation accelerated pipette-tip matrix solid-phase dispersion based on poly(deep eutectic solvents) surface imprinted graphene oxide composite adsorbent for rapid extraction of anti-adipogenesis markers from <i>Solidago decurrens</i> Lour.	
3	论文合著	苑亚楠/1 尹俊发/2 吕运开/7	2016 年 1 月至今	Selective extraction and detection of β -agonists in swine urine for monitoring illegal use in livestock breeding	
4	论文合著	苑亚楠/1 韩丹丹/4 杨春柳/5	2013 年 9 月至今	Deep eutectic solvent functionalized graphene oxide composite adsorbent for miniaturized pipette-tip solid-phase extraction of toluene and xylene exposure biomarkers in urine prior to their determination with HPLC-UV	
5	论文合著	苑亚楠/1 韩丹丹/4 杨春柳/5	2013 年 9 月至今	Ultrasound-assisted dispersive-filter extraction coupled with high-performance liquid chromatography: A rapid miniaturized method for the determination of phenylurea pesticides in vegetables and fruits	
6	论文合著	苑亚楠/1 王明伟/6	2015 年 9 月至今	Graphene/multi-walled carbon nanotubes as an adsorbent for pipette-tip solid-phase extraction for the determination of 17 β -estradiol in milk products	
7	论文合著	苑亚楠/1	2013 年 9 月至今	Green synthesis of hydrophilic protein-imprinted resin with	

		杨春柳/5		specific recognition of bovine serum albumin in aqueous matrix	
8	论文合著	苑亚楠/1 焦晓燕/3	2015 年 1 月至今	One-pot synthesis of ethylenediamine-connected graphene/carbon nanotube composite material for isolation of clenbuterol from pork	
9	共同知识产权	苑亚楠/1 韩丹丹/4	2013 年 9 月至今	一种氧化石墨烯/聚低共熔溶剂分子印迹复合材料、其制备方法及应用	

注：所填报内容必须与推荐书中提交的完全一致，否则责任自负，可自行调整行间距。