

2022 年江西医学科技奖拟推荐项目公示

我单位拟推荐生命样品直接质谱分析方法学申报 2022 年江西医学科技奖，特进行公示，公示期：2022 年 6 月 3 日至2022 年 6 月 9 日，公示期内如对公示内容有异议，请您向（推荐单位具体部门）反映。

联系人及联系电话：饶金龙（0791-87118826）

推荐单位名称：江西中医药大学

附：公示内容（应包括如下方面）

江西医学科技奖医学科学技术奖、医学科学技术普及奖推荐项目：

1. 推荐奖种

江西医学科技奖

2. 项目名称

生命样品直接质谱分析方法学

3. 推荐单位

江西中医药大学

4. 推荐意见

该项目围绕解决生命科学领域常见样品无法直接质谱分析的难题，构建了生命样品直接质谱分析领域“理论研究—仪器研制—方法开发—应用示范”的系统研究模式，从原理上突破了经典质谱技术能荷不能分时空传递的限制，发展了在常温常压条件下，经由多个时空节点、多个关键步骤给中性分子可控赋能以获得离子的新策略，创建了呼出气体、生物气溶胶、体液、痰液、体表、组织等生命

样品的时空分辨电离模型，建立了典型生命样品直接质谱分析新方法，研发了糖尿病呼气诊断仪、手术中癌变组织快速界定仪、新冠肺炎呼气流速查仪、痕量毒物流速查仪等新仪器，为快速获取生命科学领域所需求的分子信息提供了新手段。本项目多项研究成果分别被 Nature, Science 转摘引用和正面报导，被诺奖得主及美俄中等多国院士专家正面评价，认为“使复杂样品分析更加容易”、“国内首创，核心技术达到国际领先”、“是检验医学和精准医疗领域具有原创性的重要基础研究成果”、“开创了分析化学新领域”。

我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合江西省医学会科学技术奖励工作办公室的填写要求。同意推荐参评江西省医学会科学技术奖一等奖。

5. 项目简介

本项目属于生命科学领域。围绕生命科学领域的样品难以直接获取全面分子信息的问题，构建了系统的“理论研究—仪器研制—方法开发—应用示范”的生命样品直接质谱研究模式，提出了在电离过程中调控能量与电荷，来提高目标分子离子化效率与选择性的基本策略，建立了典型生命样品的直接质谱分析新方法，研发了对离体生命样品的代谢产物或活体生命样本进行直接质谱研究的分析仪器与装置，为快速获取生命科学领域所需求的分子信息提供了新手段。疫情期间研发的新冠肺炎呼气流速查仪已在上海公共卫生中心开展了临床试验，通过了国家科工局组织的项目验收（近年来江西省唯一的验收优秀），相关成果已转让给企业，合同转让金额 797 万元。

本项目多项研究成果分别被 Nature, Science 转摘引用和正面报导，被诺奖得主及美俄中等多国院士专家正面评价，认为“使复杂样品分析更加容易”、“国内首创，核心技术达到国际领先”、“是检验医学和精准医疗领域具有原创性的重要基础研究成果”、“开创了分析化学新领域”。获批企业标准、团体标准各 1 项。在电喷雾萃取电离质谱直接质谱（EESI-MS）分析领域论文产出量、总被他引次数、h - 指数均排全球第一。

在 Nat. Protoc., Angew. Chem. Int. Ed., Anal. Chem. 等期刊发表 JCR 一区论文 107 篇，二区论文 40 篇，本项目 17 篇代表性论文《科学引文索引》(SCI-E) 收录 16 篇，他引共计 672 次；CSCD 核心库收录 4 篇，他引共计 161 次。主编

《分析化学手册-有机质谱分析》大型手册。多项成果被编入 Analytical Chemistry, Mass Spectrometry-A Text 2 部国际权威大学生教材、2 部英文专著。建立了质谱科学与仪器领域我国唯一的国际联合研究中心和国家学科创新引智(111)基地,培养的硕士研究生中有2名分别获得第七届、第十届中国青少年科技创新奖,有3名自毕业始一直受聘于三位不同领域清华大学著名专家的课题组。

6. 客观评价

长期以来,受经典质谱技术原理的离子化过程能量与电荷(即能荷)只能在同一时空中单步传递的限制,必须预先将生命样品进行处理,样品的预处理过程大多耗时费力,还可造成样品损失、污染、降解或引发生物应激,导致经典质谱技术无法满足生命科学、临床诊断、精准医疗等领域对现场、原位、活体质谱分析的需要。本项目突破了经典质谱技术能荷不能分时空传递的百年禁锢,阐释了能荷传递过程的时空分辨特性,提出了在常温常压无应激条件下,经由多个关键时空节点、多个关键步骤给分子温和赋能以获得离子的新策略,建立了活体观测生命化学机制及生命样品直接质谱分析的新方法。多项成果分别被 Nature, Science 正面报导和转引,获诺奖得主及美俄中等多国院士专家正面评价,认为“使复杂样品分析更加容易”、“国内首创,核心技术达到国际领先”、“是检验医学和精准医疗领域具有原创性的重要基础研究成果”、“开创了分析化学新领域”;被编入 Analytical Chemistry 等多部国际权威大学生教材、2 部英文专著,在电喷雾萃取电离质谱领域论文产出量、总被他引次数、h-指数均排全球第一。

代表性评价 1: 首次揭示直接离子化过程时空分辨特性的电喷雾萃取电离质谱的研究成果,获 ESI 技术发明人、2002 年诺贝尔化学奖得主 J. Fenn 教授在英国皇家化学学会的 Chemical. Technology Highlights 栏目评论中认为:

“EESI-MS 技术使得任何感兴趣的物质都能直接进入质谱进行分析,避免了传统质谱方法在分析诸如尿液、牛奶、污水等复杂基体样品时所需要的前处理”、“使复杂样品质谱分析变得容易”、“我毫不怀疑,这项研究将形成能被广泛应用的技术,分析化学界将对此感到欣慰(grateful)”。

代表性评价 2: 德国海德堡大学(Universitat Heidelbe), 国际权威质谱专

家、质谱百科全书的主编 Jurgen H. Gross 教授在本科及研究生教材 *Mass Spectrometry-A Textbook* 第 2 版中采用 5 页篇幅，介绍了项目组在直接质谱分析领域的工作。

代表性评价 3: 研究能荷传递过程的基本物理属性，在分子层次揭示生命样品中能荷传递的化学机制的成果获 Matthias Bujara 在 *Nat. Chem. Biol.* (2011, 7(5): 271-277, IF:14.69) 引用该论文，认为申请人发展的 ND-EESI 技术对生物体表的活体分析方法可以实现在线活体分析。

代表性评价 4: 创建了二维表面、三维开放空间及三维内部空间的能荷分时空多步传递理论模型，发现了模型间的区别、联系及适用规律，这些基础研究成果获德国奥尔登堡大学 C. Marquez 教授在 *J. Am. Chem. Soc.* (2008, 130, 17208) 撰文强调“EESI 在研究毫秒级动态反应过程中具有巨大的潜能”，认为“EESI-MS 将成为研究复杂过程化学机制的常用工具”。

代表性评价 5: 建立的粘稠生命样品的直接质谱分析方法 (*Nature Protocols*, 2011, 6, 1010, SCI 引用 57 次, SCI 他引 53 次; *J. Am. Soc. Mass Spectrom.*, 2014, 25, 928) 获 *Nature* 杂志“Research Highlights”专栏评价认为：“陈等开发的 ND-EESI-MS 方法可在无需样品预处理的情况下对极其粘稠的样品进行直接分析”。*Analytical Chemistry* 期刊副主编、清华大学张新荣教授在 *Trac-Trend Anal. Chem.* 中对 ND-EESI-MS 技术评论道：“与 ESI 相比，EESI 可提供长时间的稳定信号，在无需样品预处理的前提下，对复杂基体样品具有更好的耐受性。…EESI 可对粘度系数高达 300000 的粘性样品进行简单、稳定、快速分析”。

推广应用情况

构建了生命样品直接质谱分析领域“理论研究—仪器研制—方法开发—应用示范”的系统研究模式，原理、仪器、技术均得到了较好和推广的应用。

项目所建立的以电喷雾萃取电离质谱为代表的直接质谱分析方法，在国际上得到了很多课题组使用，如瑞士的 Stamatios Giannoukos 在 *Analytical Chemistry* (DOI: 10.1021/acs.analchem.9b04480) 发表文章，使用在线电喷雾萃取电离技术研究了气溶胶中金属成分。德国的 Jürgen O. Metzger 在 *Journal of the American Chemistry Society* (2008, 130: 17208-17209) 发表的论文

中采用我们的 EESI 方法实现了短寿命中间体的测定，认为“EESI-MS 将成为研究复杂过程化学机制的常用工具”。

研究成果之研制的直接质谱分析系列仪器与装置（新冠病毒肺炎呼气质谱速查仪、癌变组织快速界定仪、呼气血糖仪、食源性兴奋剂速查仪、刑侦命案样品痕量毒物速查仪等）获得了俄罗斯联邦卫生部妇产研究中心、国家国防科技工业局、公安系统、南昌大学第一、第二附属医院、吉林大学第一附属医院、江西省体育局、抚州市第一人民医院（新冠肺炎市级救治定点医院）等国内外单位的应用验证。新冠病毒肺炎呼气质谱速查仪的相关成果已转让给企业，转让金额 797 万元。项目成果获俄罗斯、马来西亚、约旦、尼泊尔等“一带一路”沿线国家及国际原子能机构成员国应用；与俄罗斯联邦卫生部妇产研究中心在临床分子诊断方面的创新应用被普京总统认为开创了良好前景。

8. 知识产权证明目录

序号	类别	国别	授权号	授权时间	知识产权具体名称	发明人
1-1	实用新型专利	中国	ZL 20112031809 4.9	2012	生物组织直接喷雾质谱装置	陈焕文、鄢飞燕、朱腾高、胡斌、贾滨、张华
1-2	实用新型专利	中国	ZL 20202083166 1.X	2021	以水为衍生试剂区分己烯醇异构体的装置	张小平，陈焕文，陈宏汉，刘明星
1-3	实用新型专利	中国	ZL 20202119005 5.0	2021	一种测定气体中酮类化合物的装置	张小平，陈焕文，钟源，刘明星，张龙
1-4	实用新型专利	中国	ZL 20192151347 8.9	2020	一种利用氮气制备羟胺的装置	张小平，陈焕文，刘坤，陈瑞荣，陈宏汉
1-5	实用新型专利	中国	ZL 20082023387 4.1	2009	中性解析装置及中性解吸电喷雾萃取电离质谱分析系统	陈焕文，张燮，李建强，丁健桦，杨水平，胡斌
1-6	革新专利	澳大利亚	2021103265	2021	A Device For Sequential Soft Ionization of Miscellaneous	Jiaquan Xu, Kun Liu, Ruirong Chen, Feifan Jie, Huanwen

					Samples	Chen.
1-7	发明专利	中国	ZL 20181078786 5.5	2021	一种测定电喷雾电离和电喷雾萃取电离所获一价正离子内能差异的方法	张小平, 钟达财, 刘建川, 陈焕文

9. 代表性论文目录

序号	4-1	影响因子	8.008	SCI 他引次数	80
论文名称	On the Mechanism of Extractive Electrospray Ionization				
刊名	ANALYTICAL CHEMISTRY	年, 卷(期)及页码	2010, 82 (11): 4494-4500		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen; Zenobi, Renato	第一作者(含共同)	Law, Wai Siang		
他引总次数	80	通讯作者单位是否含国外单位	是		
JCR 分区	Q1	CSCD			
核心期刊					

序号	4-2	影响因子		SCI 他引次数	67
论文名称	复杂样品质谱分析技术的原理与应用				
刊名	分析化学	年, 卷(期)及页码	2010, 38(8)		
通讯作者(含共同)	陈焕文	第一作者(含共同)	陈焕文		
他引总次数	67	通讯作者单位是否含国外单位	否		
JCR 分区		CSCD	是		
核心期刊	是				

序号	4-3	影响因	2.586	SCI 他引次数	64
----	-----	-----	-------	----------	----

		子			
论文名称	Real-time, on-line monitoring of organic chemical reactions using extractive electrospray ionization tandem mass spectrometry				
刊名	RAPID COMMUNICATIONS IN MASS SPECTROMETRY	年,卷(期)及页码	2008,22(19): 2993-2998		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen;Zenobi, Renato	第一作者(含共同)	Zhu, Liang		
他引总次数	64	通讯作者单位是否含国外单位	是		
JCR 分区	Q2	CSCD			
核心期刊					

序号	4-4	影响因子	2.586	SCI 他引次数	61
论文名称	Rapid classification of perfumes by extractive electrospray ionization mass spectrometry (EESI-MS)				
刊名	RAPID COMMUN MASS SP	年,卷(期)及页码	2008,22(13):2009-2014		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen;Zenobi, Renato	第一作者(含共同)	Chingin, Konstantin		
他引总次数	61	通讯作者单位是否含国外单位	是		
JCR 分区	Q2	CSCD			
核心期刊					

序号	4-5	影响因子	4.996	SCI 他引次数	58
论文名称	Direct Characterization of Bulk Samples by Internal Extractive Electrospray Ionization Mass Spectrometry				
刊名	SCI REP-UK	年,卷(期)及页码	2013,3		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen	第一作者(含共同)	Zhang, Hua		
他引总次数	58	通讯作者单位是否含国外单位	否		
JCR 分区	Q2	CSCD			

核心期刊	
------	--

序号	4-6	影响因子	8.008	SCI 他引次数	58
论文名称	:Extractive Electrospray Ionization Mass Spectrometry for Sensitive Detection of Uranyl Species in Natural Water Samples				
刊名	ANALYTICAL CHEMISTRY	年,卷(期)及页码	2010,82(1):282-289		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen; Huan, Yanfu	第一作者(含共同)	Luo, Mingbiao		
他引总次数	58	通讯作者单位是否含国外单位			否
JCR 分区	Q1	CSCD			
核心期刊					

序号	4-7	影响因子	17.021	SCI 他引次数	53
论文名称	Rapid characterization of complex viscous samples at molecular levels by neutral desorption extractive electrospray ionization mass spectrometry				
刊名	NATURE PROTOCOLS	年,卷(期)及页码	2011,6(7): 1010-1025		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen	第一作者(含共同)	Li, Xue		
他引总次数	53	通讯作者单位是否含国外单位			否
JCR 分区	Q1	CSCD			
核心期刊					

序号	4-8	影响因子	6.065	SCI 他引次数	50
论文名称	Selective Detection of Diethylene Glycol in Toothpaste Products Using Neutral Desorption Reactive Extractive Electrospray Ionization Tandem Mass Spectrometry				
刊名	ANALYTICAL CHEMISTRY	年,卷(期)及页码	2009,81(20): 8632-8638		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen	第一作者(含共同)	Ding, Jianhua		
他引总次数	50	通讯作者单位是否含国外单位			否

JCR 分区	Q1	CSCD	
核心期刊			

序号	4-9	影响因子	8.008	SCI 他引次数	49
论文名称	Detection of Diethyl Phthalate in Perfumes by Extractive Electrospray Ionization Mass Spectrometry				
刊名	ANALYTICAL CHEMISTRY	年, 卷(期)及页码	2009,81(1): 123-129		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen; Zenobi, Renato	第一作者(含共同)	Chingin, Konstantin		
他引总次数	49	通讯作者单位是否含国外单位			是
JCR 分区	Q1	CSCD			
核心期刊					

序号	4-10	影响因子	5.227	SCI 他引次数	48
论文名称	Development of extractive electrospray ionization ion trap mass spectrometry for in vivo breath analysis				
刊名	ANALYST	年, 卷(期)及页码	2009, 134 (10): 2040-2050		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen; Ren, Yulin	第一作者(含共同)	Ding, Jianhua		
他引总次数	48	通讯作者单位是否含国外单位			否
JCR 分区	Q1	CSCD			
核心期刊					

序号	4-11	影响因子	8.008	SCI 他引次数	46
论文名称	Extractive Electrospray Ionization Mass Spectrometry toward in Situ Analysis without Sample Pretreatment				
刊名	ANALYTICAL CHEMISTRY	年, 卷(期)及页码	2009,81(18) :7724-7731		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen	第一作者(含共同)	Li, Ming		

他引总次数	46	通讯作者单位是否含国外单位	否
JCR 分区	Q1	CSCD	
核心期刊			

序号	4-12	影响因子	4.747	SCI 他引次数	39
论文名称	Rapid detection of atrazine and its metabolite in raw urine by extractive electrospray ionization mass spectrometry				
刊名	METABOLOMICS	年, 卷(期) 及 页码	2007,3(2):101-104		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen	第一作者(含共同)	Zhou, Zhiquan		
他引总次数	39	通讯作者单位是否含国外单位	否		
JCR 分区	Q2	CSCD			
核心期刊					

序号	4-13	影响因子		SCI 他引次数	
论文名称	表面解吸常压化学电离源的研制及应用				
刊名	分析化学	年, 卷(期) 及 页码	2007,35(8)		
通讯作者(含共同)	陈焕文	第一作者(含共同)	陈焕文		
他引总次数		通讯作者单位是否含国外单位	否		
JCR 分区		CSCD	是		
核心期刊	是				

序号	4-14	影响因子	6.065	SCI 他引次数	36
论文名称	电喷雾解析电离质谱法对食品中苏丹红染料的快速检测				
刊名	分析化学	年, 卷(期) 及 页码	2006,34(4)		

通讯作者(含共同)	陈焕文	第一作者(含共同)	陈焕文
他引总次数	36	通讯作者单位是否含国外单位	
JCR 分区		CSCD	是
核心期刊	是		

序号	4-15	影响因子	6.911	SCI 他引次数	34
论文名称	Reactive extractive electrospray ionization tandem mass spectrometry for sensitive detection of tetrabromobisphenol A derivatives				
刊名	ANALYTICA CHIMICA ACTA	年,卷(期)及页码	2014, 814: 49-54		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen; Jiang, Gui-Bin	第一作者(含共同)	Tian, Yong		
他引总次数	34	通讯作者单位是否含国外单位	否		
JCR 分区	Q1	CSCD			
核心期刊					

序号	4-16	影响因子	5.895	SCI 他引次数	32
论文名称	Direct Assessment of Phytochemicals Inherent in Plant Tissues Using Extractive Electrospray Ionization Mass Spectrometry				
刊名	JOURNAL OF AGRICULTURAL AND FOOD CHEMISTRY	年,卷(期)及页码	2013,61(45): 10691-10698		
通讯作者(含共同)	Chen, Huanwen	第一作者(含共同)	Zhang, Hua		
他引总次数	32	通讯作者单位是否含国外单位	否		
JCR 分区	Q1	CSCD			
核心期刊					

序号	4-17	影响因子		SCI 他引次数	22
论文名称	鸡蛋中三聚氰胺的表面解吸常压化学电离串联质谱法成像				

刊名	分析化学	年,卷(期)及页码	2009,37(3)
通讯作者(含共同)	顾海威	第一作者(含共同)	杨水平
他引总次数	22	通讯作者单位是否含国外单位	否
JCR 分区		CSCD	是
核心期刊	是		

10. 完成人情况, 包括姓名、排名、职称、行政职务、工作单位、完成单位, 对本项目的贡献

陈焕文, 排名第一, 教授、江西中医药大学副校长。构建了生命样品直接质谱分析领域理论研究—仪器研制—方法开发—应用示范的系统研究模式, 突破了经典质谱技术能荷不能分时空传递的限制, 发展了常温常压条件下中性分子可控赋能以获得离子的新策略, 创建了呼出气体、生物气溶胶等生命样品时空分辨电离模型, 建立了典型生命样品直接质谱分析新方法, 研发了糖尿病呼气诊断仪、手术中癌变组织快速界定仪、新冠肺炎呼气流速查仪等新仪器, 为快速获取生命科学领域所需求的分子信息提供了新手段。

朱腾高, 第二, 江西恒焯科技有限公司助理工程师。在方法建立、装置搭建、实验分析等方面做了大量工作, 在呼出气体等生命样品的直接质谱分析中, 无需样品前处理, 实现样品实时、在线、无创分析。此外, 优化了实验方法, 并结合中医推拿, 采用呼出气体直接质谱分析揭示推拿前后人体代谢变化。在新冠肺炎呼气质谱快检方法与装备研究中, 完成人在方法开发、装备调试表征、临床研究等方面做了大量工作, 该项目验收获评“优秀”, 并成功实现成果转化, 金额 797 万元。

张金莲, 第三, 江西中医药大学教授。采用本项目研究成果, 应用到对江西道地药材枳壳、“赣十味”黄精等中药炮制前后的挥发性、非挥发性成分, 血清化学进行比较研究, 深入阐明了枳壳、黄精等炮制前后的体内、体外成分的差异, 为进一步研究枳壳、黄精等中药的炮制机理、药效物质基础和质量标志物提供了科学依据。

隋华杰, 第四, 江西中医药大学副教授。完成人的相关研究包括癌症患者生

活质量调查和恶性肿瘤患者述情障碍和循证护理的相关研究,这些研究为进一步的癌症患者的质谱分析提供了理论基础。

潘玲玲,第五,江西中医药大学讲师。采用本项目研究成果,应用到对江西道地药材栀子等炮制前后的成分比较,为进一步研究栀子等药效物质基础和质量标志物提供了科学依据。

张妮,第六,江西中医药大学讲师。本完成人的贡献在于进一步推动直接质谱分析方法在中药中的应用。建立了降香及单体成分 latifolin 等,中药材及单体物质的直接质谱分析方法,发展了一种无污染、无毒、原位、无损、适用于药品直接质谱分析的新方法。

陈振彩,第七,江西中医药大学讲师。本研究“功能大脑不对称性分析揭示了控制系统如何实现其灵活性”为质谱生命进程分析的生理机制提供了理论的前提与基础,可以继续深化后期的研究实践工作。

孟晓伟,第八,江西中医药大学副教授。采用本项目研究成果,对药食同源中药葛根、粉葛的大鼠血清化学进行比较研究,深入阐明了葛根和粉葛在大鼠血清中移行成分的差异,为进一步研究葛根、粉葛的药效物质基础和质量标志物提供了科学依据;另外利用质谱方法对交趾黄檀心材、降香(海南黄花梨)等木材进行化学成分快速分析,鉴别真伪。

秦嫚嫚,第九,江西中医药大学讲师。完成人正在进行药食同源中药材的活性成分鉴定和定量分析。在方法建立、装置搭建、实验分析等方面做了大量工作。本方法无需样品前处理,可用于中药材的质量等级划分及农残、重金属的鉴别。

张兴磊,第十,副教授,东华理工大学省质谱科学与仪器重点实验室副主任。为直接质谱分析应用开发了新的方法,设计了适用于痕量样品分析的无需或仅需简单预处理的敞开式离子化装置,开发了与离子化系统相适应的快速质谱分析方法,并通过实验对方法进行了验证,实现了该发明在法医毒物鉴定、药物分析领域的应用与拓展,产生了良好的社会效应与科研应用价值。

张小平,第十一,东华理工大学讲师。建立了基于直接电离质谱技术分析人参属、乌头碱等中药材和药食同源植物板栗、苦楮、石楠、百部、桂花等的分析方法,为中药材的快检提供技术支持。以第一作者身份发表中药相关 SCI 文章 4 篇。

11. 完成单位情况，包括单位名称、排名，对本项目的贡献

江西中医药大学，排名第一。江西中医药大学充分利用构建的生命样品直接质谱分析领域“理论研究—仪器研制—方法开发—应用示范”的系统研究模式，将其应用于中药药效物质基础、癌症患者心理生理机制、药食同源中药的质量控制等研究，丰富并发展了生命样品直接质谱分析领域“理论研究—仪器研制—方法开发—应用示范”的系统研究模式中的方法开发和应用示范两大模块内容，进一步推动直接质谱分析方法在中药中的应用，发展了一种无污染、无毒、原位、无损、适用于药品直接质谱分析的新方法，为该方法的推广应用提供多种典型案例。

该方法成功应用到对江西道地药材枳壳、“赣十味”黄精等中药炮制前后的挥发性、非挥发性成分和血清化学比较研究中，深入阐明了枳壳、黄精等炮制前后的体内、体外成分的差异，为进一步研究枳壳、黄精等中药的炮制机理、药效物质基础和质量标志物提供了科学依据。此外，该方法成功应用到癌症患者生活质量调查和恶性肿瘤患者述情障碍和循证护理的相关研究，为进一步的癌症患者质谱分析提供了理论基础；利用该方法探究“功能大脑不对称性分析揭示了控制系统如何实现其灵活性”，为质谱生命进程分析的生理机制提供了理论的前提与基础。

江西恒焯科技有限公司，排名第二。在本项目中，江西恒焯科技有限公司在第一完成人的带领下，根据复杂基体的二维表面（如组织切片、活体生物体表）、三维开放空间（如呼出气体、生物气溶胶）、三维内部空间（如组织内部）能荷传递规律，研制了针对呼出气体、生物组织、尿液、血液、痰液、皮肤表面等不同形态临床生命样品的专用装置和设备。设备及关键部件的研制从设计、加工、性能表征、优化测试等主要由恒焯科技公司完成，并获得知识产权。其中，部分装备（如新冠肺炎呼气质谱快检装备）已形成工程样机，部分关键部件和装置（电喷雾萃取电离源 EESI、内部萃取电喷雾源 iEESI、顺次电离分析离子源等）已实现小规模量产。相关设备和装置已被吉林大学、中科院地球环境研究所、中国矿业大学、青岛科技大学、南昌大学、苏州瀑成精密仪器科技有限公司等多家高校

和科研院所应用。新冠肺炎呼气快检方法与装备项目通过国家国防科工局验收，获评“优秀”，获得良好的社会效益，并成功实现了成果转化，金额 797 万元。

东华理工大学，排名第三。在本项目第一完成人带领下，在本项目第一完成人带领下，东华理工大学发展了在常温常压条件下，经由多个时空节点、多个关键步骤给中性分子可控赋能以获得离子的新策略，揭示了离子化过程的时空分辨特性，发现了能荷在富含复杂基体的二维表面（如组织切片、活体生物体表）、三维开放空间（如呼出气体、生物气溶胶）、三维内部空间（如组织内部）传递的基本规律，并阐明其相互转化规律，建立了生命样品直接质谱分析的方法体系。将直接质谱分子诊断基本原理物化为具体分析装置，创制了针对呼出气体、尿液、血液、痰液、皮肤和离体组织等不同形态典型临床样品进行直接质谱诊断的专用装置。研发的新冠肺炎呼气速查仪通过了国家国防科工局组织的验收，结果为优秀，与企业签订了成果转让合同，转让金额 797 万元。