

2026 年中华医学科技奖候选项目/候选人
公示内容

推荐奖种	医学科学技术奖（非基础医学类）									
项目名称	肺部电阻抗成像可穿戴设备的研发及临床应用									
推荐单位/科学家	广东省医学会									
项目简介	本项目致力于肺部电阻抗成像可穿戴设备的研发及临床应用，提供了一种创新的肺部“通气监测+病理分析”一体化技术，围术期全周期肺功能实时动态监测，特别适用于重症监护、术后康复和社区医疗等多场景。传统的医学成像设备（如 CT、MRI）通常体积庞大、操作复杂，并存在辐射风险，难以满足临床快速诊断和个性化治疗的需求。本项目提出的多频电阻抗成像（EIT）肺功能监测产品，打破了国外产品 PulmoVista 500 的垄断，能够提供安全、实时、无创的便携式肺部监测，为肺部疾病的早期诊断、治疗方案优化和康复评估提供新的技术解决方案。 本项目的核心技术内容包括：（1）开发了多频电阻抗成像（mf-EIT）技术，研制了新型多频可穿戴 EIT 便携式样机，采用多频激励模式对肺部进行综合监测，有效信噪比高达 91dB；（2）电阻抗人工智能实时成像算法，结合深度卷积神经网络（DCNN）和变分自编码器（VAE）等人工智能算法，肺通气图像重建精度高达 1%；（3）基于数字孪生技术的故障电极实时补偿算法，降低了临床环境中的多种干扰因素（如电极移动、接触阻抗等），提升了成像的鲁棒性，成像误差低于 0.3；（4）基于 EIT 与生物阻抗谱（BIS）互为补偿的电阻抗成像方法，提取 EIT 图像特征作为 BIS 电气特征的补充，建立完备的特征组，输入机器学习模型，准确判断肺损伤类别、大小及生理信息，实现肺损伤快速病理分析。 本项目的核心技术已授权 30 余项发明专利，4 项实用新型专利，5 个软件著作权。相关研究成果已在《Medical Image Amalysis》、《IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement》和《Measurement》等国内外权威期刊发表，受到国内外同行广泛关注和正面评价。项目产品通过了江苏省工业和信息化厅新技术和新产品鉴定会，认为该产品技术水平国际先进。项目成果还荣获了中国产学研合作创新奖、广东医学科技奖二等奖、广东省科促会科技成果进步奖一等奖和中国康复医学会科学技术奖二等奖等多项科技奖励。此外，本产品还受到中国青年报、中国教育报、光明日报以及浙江电视台等多家主流新闻媒体的广泛报道与高度关注。 本项目已经在苏州健通医疗科技有限公司和济纶医工智能科技(南京)有限公司实现了产品应用，成果落地 30 余家医院多家医院，实现围术期肺部并发症的动态预警，使围术期并发症发生率降低 30%，节约医保约 2 亿元，国产替代与技术转化 1.8 亿元。未来，本项目的应用范围将覆盖到新生儿、婴幼儿以及特殊群体，这将有助于降低肺部疾病误诊率、减少对高辐射影像设备的依赖，同时为国内高端医疗设备提供自主研发的解决方案，推动国产医疗设备的自主可控进程。									
代表性论文目录										
序号	论文名称	刊名	年,卷(期)及页码	影响因子	全部作者（国内作者须填写中文姓名）	通讯作者（含共同，国内作者须填写中文姓名）	检索数据库	他引总次数	通讯作者单位是否含国外单位	
1	Bayesian Image Reconstructi	IEEE Transacti ons on	2023,72, 1-11	5.6	吴阳、陈柏、刘凯、李彦、Jiabin	刘凯、姚佳烽	Scie nce Cita	0	否	

	on Using Weighted Laplace Prior for Lung Respiratory Monitoring With Electrical Impedance Tomography	Instrumen tation and Measureme nt			Jia、姚佳烽		tion Inde x Expa nded		
2	Bayesian Shape Reconstructi on Using B-Spline Level Set in Electrical Impedance Tomography	IEEE Sensors Journal	2022, 33(9), 095403	4.3	吴阳、周童、陈柏、刘凯, 王瑞强、潘化平、姚佳烽	刘凯、姚佳烽	Scie nce Cita tion Inde x Expa nded	13	否
3	U ² -Net for 3D Electrical Impedance Tomography With Combined Electrodes	IEEE Sensors Journal	2023, 23(5), 4327-4335	4.3	叶明、周童、李晓程、杨璐、刘凯, 姚佳烽	刘凯、姚佳烽	Scie nce Cita tion Inde x Expa nded	15	否
4	自适应粒子群优化算法优化径向基函数神经网络用于电阻抗成像图像重建	仪器仪表学报	2020, 41(06), 240-249	2.6	吴阳, 刘凯, 陈柏, 李芳, 姚佳烽	刘凯	CNKI	72	否
5	Development of a wearable electrical impedance tomographic sensor for gesture recognition with machine learning	IEEE Journal of Biomedica l and Health Informati c	2020, 24(6), 1550-1556	5.772	姚佳烽, 陈怀瑾, 徐子菲, 黄晶石, 李建平, Jiabin Jia, 吴洪涛	姚佳烽	Scie nce Cita tion Inde x Expa nded	43	否
6	A Hybrid Genetic Expression Programming and Genetic Algorithm (GEP-GA) of Auto-modeling Electrical Equivalent Circuit for Particle	IEEE Sensors Journal	2023, 23(5), 4344-4351	4.3	万建芬、尹鸿润、刘凯、管晓翔, 朱程君, 姚佳烽	姚佳烽	Scie nce Cita tion Inde x Expa nded	10	否

	Structure Measurement with Electrical Impedance Spectroscopy (EIS)								
7	Development of a Portable Electrical Impedance Tomography System for Biomedical Applications	IEEE Sensors Journal	2018, 18(19), 8117-8124	3.076	徐子菲, 姚佳烽, 王峥, 刘艳丽, 王昊, 陈柏, 吴洪涛	姚佳烽	Science Citation Index Expanded	81	否
8	Shape reconstruction with multiphase conductivity for electrical impedance tomography using improved convolutional neural network method	IEEE Sensors Journal	2021, 21(7), 9277-9287	4.325	吴阳, 陈柏, 刘凯, 朱程君, 潘化平, Jiabin Jia, 吴洪涛, 姚佳烽	姚佳烽, 刘凯	Science Citation Index Expanded	77	否
9	An accurate position measurement approach for a single particle in a channel using electrical impedance spectroscopy	Measurement	2021, 170, 108701	5.131	杨璐, 吴洪涛, 刘凯, 陈柏, Jiabin Jia, 李建平, 姚佳烽	姚佳烽, 刘凯	Science Citation Index Expanded	4	否
10	人类小腿肌肉对运动训练生理响应的电学特性研究	生物化学与物理进展	2023, 50(3), 595 - 605	0.64	孙 博, Prima Asmara Sejati , 姚佳烽	姚佳烽	CNKI	5	否

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	全部发明人
1	中国发明专利	中国	ZL 202310219837.4	2024-09-20	考虑电极异常的电导率求解方法、成像方法、存储介质	刘凯, 郭坤, 王昊, 任加娟, 田和, 吴阳, 姚佳烽
2	中国发明专利	中国	ZL	2024-04-30	一种基于离散训练集	姚佳烽, 李志伟,

			202311465488.0		求解重建矩阵的方法、 三维成像方法、存储 介质	刘凯
3	中国发明专利	中国	ZL 202310838692.6	2024-09-27	基于生物阻抗谱的肺 容积测量方法	刘凯， 任加娟， 洪 志扬， 陈海俊， 姚 佳烽
4	中国发明专利	中国	ZL 202310285271.5	2024-02-23	一种基于孪生电极检 测的成像方法、求解 方法、成像系统	姚佳烽， 李志伟， 杨璐， 刘凯
5	中国发明专利	中国	ZL 202210153035.3	2023-08-15	一种 CBIST 成像方法 及成像系统	姚佳烽， 刘凯， 尹 鸿润
6	中国发明专利	中国	ZL 202210902408.2	2024-02-02	基于块稀疏贝叶斯学 习数据处理方法	姚佳烽， 吴阳， 代 君， 陈柏， 刘凯
7	中国发明专利	中国	ZL 202010336796.3	2022-06-10	基于生物阻抗谱与电 阻抗成像互为补偿的 肿瘤细胞精准电阻抗 检测方法	姚佳烽， 杨璐， 万 建芬， 刘凯， 陈柏， 吴洪涛
8	中国发明专利	中国	ZL 202210808726.2	2023-08-01	一种高密度传感器、 高密度检测装置、数 据处理方法以及成像 方法	姚佳烽， 胡松佩， 刘凯
9	中国实用新型专 利	中国	ZL 202320376192.0	2023-12-19	一种可穿戴胸阻抗 3D 成像传感器及电阻抗 检测装置	姚佳烽， 王天平， 代君， 刘凯
10	中国实用新型专 利	中国	ZL 202320226177.8	2023-08-01	一种防褥疮的电阻抗 成像电极带及电阻抗 成像设备	姚佳烽， 代君， 彭 俊文， 刘凯

完成人情况表					
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
王昊	1	暨南大学	暨南大学	教授,主任医师	暨南大学慢性病研究所副所长
对本项目的贡献	本项目的总负责人，长期深耕麻醉围术期肺部并发症精准防治领域，其主要学术与技术贡献如下：1、自主研发电阻抗断层成像肺功能监测仪，获国家二类器械证，实现国产替代与创新转化；2、组织实施多中心临床验证研究，牵头等多家单位开展多中心数据采集。3、聚焦围术期肺部并发症防治难题，实现围术期肺部并发症的动态预警，使围术期并发症发生率降低 30%，节约医保约 2 亿元，实现国产替代与技术转化 1.8 亿元，成果落地 30 余家医院。4、推动成果在临床一线的推广与示范，推动设备纳入区域卫健委呼吸监护能力提升试点。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
姚佳烽	2	暨南大学	暨南大学	教授,教授	无
对本项目的贡献	本项目的联合负责人，长期致力于医学成像理论与医疗装备研发、医学电阻抗成像技术攻关，其主要学术与技术贡献如下：1、提出电阻抗-生物阻抗谱互补成像新机制：首次提出“EIT 与 BIS 互为补偿”的成像机制，利用低频 EIT 实现通气成像，结合高频 BIS 提升病理区域识别能力，突破 EIT 成像无法兼顾结构与功能的				

	技术瓶颈。2、提出多频 EIT 系统整体硬件架构方案，构建了包含 FPGA 控制核心、精密 DAC、恒流源、电压测量通道在内的多模组系统框架，实现了 EIT 与 BIS 功能的深度融合。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
田和	3	暨南大学附属第一医院	暨南大学附属第一医院	副主任医师,副教授	无
对本项目的贡献	本项目核心临床完成人之一，长期专注于围手术期麻醉重症的诊治与床旁肺功能评估，其主要学术与技术贡献如下：1、参与设备操作流程标准制定及临床培训推广：参与制定适用于麻醉手术场景数据采集规范与操作标准流程，并协助在广州、珠海、深圳等地医院开展项目设备的临床使用培训。 2、EIT/BIS 数据与临床金标准比对分析：参与开展电阻抗图像与超声、血气分析等传统检测手段的对比分析，验证系统在无创监测肺通气/病理变化方面的准确性。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
卢浩	4	暨南大学附属第一医院	暨南大学附属第一医院	主治医师	/
对本项目的贡献	项目主要完成人之一，长期从事围术期医学与肺保护麻醉策略研究，其主要学术与技术贡献如下：1、参与制定围术期肺功能监测操作流程与通气策略联动机制：提出将 EIT 图像信息嵌入麻醉呼吸监测流程，探索通气可视化引导下的个体化麻醉管理模型。2、参与评价成像通气参数与麻醉临床指标的一致性：联合影像科、呼吸科完成 EIT 图像中肺顺应性、静态气量分布与术中肺容积变化、血氧饱和度、呼气末二氧化碳指标间的比对分析，增强成像参数的临床可解释性。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
沈思	5	暨南大学附属第一医院	暨南大学附属第一医院	教授,主任医师	行政副主任
对本项目的贡献	项目主要完成人之一，长期从事医学影像学研究，其主要学术与技术贡献如下：1、参与构建 EIT 肺功能影像判读指标体系：基于传统医学影像经验，参与提出电阻抗图像的临床表现判读术语与参数解释指标，如区域通气均匀度等，辅助呼吸科与影像科医生建立跨模态的肺功能影像解读能力。 2、为注册审批与影像科临床推广提供专业评价支持：以医学影像专家身份参与设备在医院影像科临床使用评估，支持项目产品顺利完成医疗器械注册及临床应用推广。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
刘凯	6	南京航空航天大学	南京航空航天大学	副教授	/
对本项目的贡献	项目技术核心负责人之一，长期从事生物医学成像的嵌入式系统开发，其主要学术与技术贡献如下： 1、实现了多频 Multisine 激励与整周期采样机制：采用 FPGA 预置 Multisine 信号，通过高精度 DAC 生成模拟电压，驱动恒流源输出激励信号，显著提升了信号采集精度与频谱完整性。2、集成便携化与低功耗设计：对电路板布局、电源管理模块、散热方案等进行了系统优化，实现了便携式主机控制模块的低功耗运行与电池供电支持。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
陈燕军	7	暨南大学附属第一医院	暨南大学附属第一医院	副主任医师,副教授	教研室主任
对本项目的贡献	项目主要完成人之一，长期从事麻醉学与重症围术期肺保护研究，其主要学术与技术贡献如下：1、组织 EIT 辅助麻醉管理的临床试验设计与实施：设计完成多个术种（如腹腔镜手术等）的成像研究方案，明确术中电阻抗图像对潮气量调节、平台压控制、吸呼比优化等关键参数设置的干预价值。2、推动 EIT 图像在术后肺功能康复中的评估作用：联合术后康复科共同制定基于功能成像的康复分级与通气训练路径，拓展项目				

	技术从“术中监测”向“术后管理”延伸的完整应用链。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
成超	8	暨南大学附属第一医院	暨南大学附属第一医院	统计员,统计员	无
对本项目的贡献	项目完成人之一，参与制定了围术期肺功能监测操作流程与通气策略联动机制，探索通气可视化引导下的个体化麻醉管理模型。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
陈柏	9	南京航空航天大学	南京航空航天大学	教授	/
对本项目的贡献	主要负责电阻抗成像算法验证平台和设备智能控制软件平台构建等关键环节，其主要学术与技术贡献如下： 1、主导开发成像控制与可视化平台软件：担任本项目成像软件系统的主要开发负责人，设计了涵盖数据采集、实时重建、参数调控和图像可视化的一体化操作平台，实现系统在临床端的稳定运行与用户友好交互。 2、开发成像算法快速验证平台与仿真评估体系：搭建了 EIT 建模、频率域特性模拟、图像误差评估、算法对比分析于一体的验证平台，为项目各类图像重建算法提供统一的仿真环境和误差量化依据，支撑各类模型的优化与筛选。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
徐成喜	10	苏州健通医疗科技有限公司	苏州健通医疗科技有限公司	教授级高工,高级工程师	总经理
对本项目的贡献	深度参与了本项目从样机孵化、技术产品化、市场推广到商业闭环的全过程，其主要学术与技术贡献如下： 1、推动多形态产品线建设（台式→可穿戴→无线）：公司基于多频电阻抗成像核心平台，构建形成涵盖高性能台式终端、小型便携版本、无线可穿戴设备的全产品系列，全面满足重症、基层和家庭不同场景需求。 2、牵头推进产业化与销售体系建设： 制定了明确的市场分层策略与渠道布局，成功将项目技术转化为商业化产品推向市场。3、完成项目产品的产业转化，详见附件 7-14。				
姓名	排名	完成单位	工作单位	职称	行政职务
李志伟	11	南京航空航天大学	南京航空航天大学	其他	/
对本项目的贡献	提出了基于贝叶斯推断的故障电极补偿方法，有效提高了电阻抗成像系统在实际使用中的鲁棒性与连续稳定性。其主要学术与技术贡献如下：1、构建数字孪生+PHM 电极补偿模型：创新性地将数字孪生（Digital Twin）引入 EIT 设备健康监测与故障补偿，构建电极接触状态实时诊断与成像模型自适应机制，实现了系统在电极脱落、接触不良等情况下的持续稳定运行。 2、构建电极故障诊断与类型识别模型：通过对采集信号与正常特征分布的偏离度建模，建立了电极状态分类器，实现对电极状态的自动判别与定位识别。				
完成单位情况表					
单位名称	暨南大学			排名	1
对本项目的贡献	暨南大学是中国第一所由政府创办的华侨学府，是由中央统战部、教育部、广东省人民政府共建的国家“双一流”建设高校。学校学科种类齐全，文理医工兼备，综合性特色显著，交叉融合潜力大。 学校作为项目第一参与单位，深度参与研发全流程，在技术攻关、临床验证、成果转化等方面发挥关键支撑作用，全程主导临床研究与技术转化关键环节，与各单位紧密协作，形成全链条的研发合作体系。在研发层面，与南京航空航天大学联合开展设备核心技术研发，围绕肺部电阻抗成像技术开展论文与专利合作，形成多项核心知识产权；与苏州健通医疗科技有限公司合作推进技术转让，助力技术成果向产品转化。临床研究				

	与验证是学校核心贡献领域，联合暨大附一开展可穿戴设备样机全流程临床测试与临床研究，完成多中心临床数据采集，解决设备临床适用性与安全性验证的关键问题。学校充分发挥医工交叉融合优势，将临床需求与技术研发深度结合，推动设备从实验室走向临床应用。		
单位名称	暨南大学附属第一医院	排名	2
对本项目的贡献	暨南大学附属第一医院是国家卫生健康委直属重点高校附属三甲综合性医院，具备强大的呼吸与危重症医学、麻醉医学及临床转化能力。医院拥有国家临床重点专科（麻醉科）、广东省重点实验室和多个医工融合科研平台，长期致力于肺功能监测、围术期肺保护、慢性呼吸疾病管理等方向的创新研究。 在本项目中，暨南大学附属第一医院是项目第二完成单位。本单位深度参与多频电阻抗成像系统的临床需求定义、术中/术后使用路径优化、核心图像参数与临床指标的对应验证以及成像有效性、安全性评价。医院麻醉科、影像科、重症医学科等多学科协同推进，累计完成数百例典型病例的床旁监测与数据采集，为 AI 图像重建模型提供了高质量训练样本，并系统建立了适用于 ARDS、术后肺不张、围术期肺复张等多种病种的电阻抗功能图谱。医院还牵头制定术中 EIT 成像技术临床操作规范，推动项目设备在广州、珠海、东莞等多地医院多中心试点，为项目成果的全流程落地提供了坚实保障。		
单位名称	南京航空航天大学	排名	3
对本项目的贡献	南京航空航天大学是工业和信息化部直属的全国重点大学，国家“双一流”建设高校，拥有电子信息、航空航天、生物医学工程等优势学科，长期承担国家重点研发计划、国家自然科学基金重大项目，具备从理论建模、关键算法、系统研发到工程转化的完整研发链条。 作为项目第三完成单位，聚焦多频电阻抗成像核心机理与系统开发，在技术源头发挥主导作用。项目团队提出 EIT 与 BIS 互为补偿的肺功能成像原理，突破传统成像方法难以同时兼顾通气与病理评估的技术瓶颈；开发多频激励信号生成电路、数字同步采集模块及低功耗可穿戴传感硬件平台，实现肺功能成像设备的小型化、便携化；创新性引入深度学习算法、贝叶斯故障电极补偿模型和数字孪生系统级仿真平台，大幅提升系统鲁棒性、图像精度和实时响应能力。作为本项目技术创新的主要完成单位，学校在工程实现、系统集成、临床协同和人才培养等方面提供了坚实保障，推动项目成果实现从理论原型到临床落地的关键跨越。		
单位名称	苏州健通医疗科技有限公司	排名	4
对本项目的贡献	苏州健通医疗科技有限公司是一家专注于高端生命体征监测设备研发与产业化的国家高新技术企业，聚焦于肺功能、电生理信号、生物阻抗等智能监测领域，具备完整的医疗器械研发、质量管理体系、注册审批及市场服务能力。 公司作为该项目成果转化的牵头企业，承担从技术原型向工程样机、临床设备、商业产品的全流程研发任务，主导完成了基于项目核心算法模型与硬件原型的系统再设计,实现了“台式-便携-可穿戴”多个形态版本的产品线拓展。完成了“胸阻抗断层成像仪（EIT-1000）”从样机试制到注册审批的全流程。联合多家三甲医院开展产品测试与反馈优化，产品已在广东、江苏、浙江等地实现规模化部署。2023-2025 年依托本项目累计实现销售额超过 1 亿元人民币，建立了从重症 ICU、社区医疗到家庭康复的多层级市场布局，并推动肺功能成像技术纳入多地卫生健康管理项目，形成了显著的经济效益与社会影响。		